



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107613834 B

(45)授权公告日 2019.08.02

(21)申请号 201580080507.5

(22)申请日 2015.05.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107613834 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.11.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/065606 2015.05.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/194059 JA 2016.12.08

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 藤田浩正 佐藤宪

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 于靖帅

(51)Int.Cl.

A61B 1/00(2006.01)

(56)对比文件

W0 2015/019752 A1,2015.02.12,

JP 特开2007-249093 A,2007.09.27,

US 2014/036261 A1,2014.02.06,

审查员 孙颖

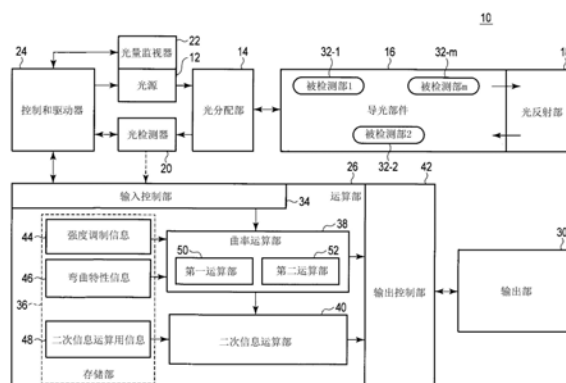
权利要求书3页 说明书17页 附图13页

(54)发明名称

曲率传感器和搭载有该曲率传感器的内窥镜装置

(57)摘要

多个被检测部(32-1~32-m)例如在导光部件(16)的长度方向上的大致相同的部位朝着周向上的不同的朝向而形成。各被检测部包含光学特性变化部件,该光学特性变化部件通过根据导光部件的弯曲量而改变导光部件引导的来自光源(12)的传感器光的光学特性,从而生成具有按照每个被检测部而不同的吸收波长特征区域的光信号。光学特性变化部件是吸收规定的波段的光的、由金属粒子构成的部件,具有与该金属固有的分光吸收光谱不同的特殊分光吸收光谱。在多个被检测部中配置有具有彼此不同的特殊分光吸收光谱的光学特性变化部件,所有光学特性变化部件的特殊分光吸收光谱与传感器光的发光波长区域在至少一部分具有重叠。



1. 一种曲率传感器,其根据来自设置在具有挠性的导光部件上的多个被检测部的多个光信号而检测曲率信息,其特征在于,该曲率传感器具有:

光源,其产生至少包含规定的波长成分在内的发光波长区域的传感器光;

所述导光部件,其具有挠性,将所述传感器光限制在内部而进行引导;

所述多个被检测部,它们形成为如下两者中的至少一方:形成在所述导光部件的长度方向上的不同的部位、和在长度方向上的大致相同的部位朝着周向上的不同的朝向而形成,由具有弹性的部件构成,各被检测部构成为包含光学特性变化部件,该光学特性变化部件通过根据所述导光部件的弯曲量来改变所述导光部件所引导的所述传感器光的光学特性而生成具有按照每个被检测部而不同的吸收波长特征区域的所述光信号;以及

光检测器,其检测来自所述光源的所述传感器光中的、通过所述多个被检测部而受到了光学特性变化后的所述多个光信号,

所述光学特性变化部件是吸收规定的波段的光的、由金属粒子构成的部件,具有与该金属固有的分光吸收光谱不同的特殊分光吸收光谱,

在所述多个被检测部中配置有具有彼此不同的特殊分光吸收光谱的所述光学特性变化部件,所有光学特性变化部件的特殊分光吸收光谱与来自所述光源的所述传感器光的发光波长区域至少在一部分具有重叠。

2. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,

所述曲率传感器还具有曲率运算部,该曲率运算部根据由所述光检测器检测到的所述多个光信号来运算所述曲率信息。

3. 根据权利要求2所述的曲率传感器,其特征在于,

所述曲率运算部将在所述导光部件的长度方向上的大致相同的部位朝着周向上的不同的朝向形成的多个被检测部作为一个被检测部组,根据由所述光检测器检测到的所述多个光信号来运算所述一个被检测部组的曲率信息。

4. 根据权利要求2所述的曲率传感器,其特征在于,

在形成有所述多个被检测部的所述导光部件的长度方向上的不同的部位,分别在大致相同的部位朝着周向上的不同的朝向还形成有至少一个被检测部,在所述长度方向上的不同的部位分别构成了被检测部组,

所述曲率运算部根据由所述光检测器检测到的所述多个光信号来运算所述各个被检测部组的曲率信息。

5. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光学特性变化部件具有能够由至少一种光源的光来激发等离子体的光激发等离子体生成功能。

6. 根据权利要求5所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光激发等离子体生成功能由至少一种等离子体物质、纳米尺寸化的物质中的任意物质构成。

7. 根据权利要求5所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光激发等离子体生成功能在所述多个被检测部中由大小、长度以及厚度中的至少一个不同的、至少一种等离子体物质、纳米尺寸化的物质中的任意物质构成。

8. 根据权利要求6或7所述的曲率传感器,其特征在于,所述纳米尺寸化的物质包括纳

米尺寸化的矿物。

9. 根据权利要求8所述的曲率传感器,其特征在于,所述纳米尺寸化的矿物包括纳米尺寸化的金属。

10. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光学特性变化部件是包含光吸收物质的结构,该光吸收物质在彼此不同的被检测部中针对在至少一种波段的至少一部分相互重叠的波长的光,进行彼此不同吸收量的吸收。

11. 根据权利要求10所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光吸收物质是染料或将粒子纳米尺寸化而得的颜料。

12. 根据权利要求5所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光学特性变化部件是利用分散材料或胶囊将所述光激发等离子体生成功能的周围包围起来的构造。

13. 根据权利要求11所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光学特性变化部件是利用分散材料或胶囊将所述光吸收物质的周围包围起来的构造。

14. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,

所述多个被检测部由在各个被检测部中彼此不同的光学特性变化部件构成,

所述光学特性变化部件是光激发等离子体生成功能、光吸收物质以及以与所述导光部件接触的方式设置于所述被检测部的光栅构造中的至少两种以上的组合结构。

15. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,

所述多个被检测部具有比所述导光部件的折射率大的折射率,具有用于将从所述导光部件入射到所述被检测部的光反射的、具有比所述导光部件小的折射率的被检测部光限制部。

16. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光检测器具有所述多个被检测部的数量以上的检测波段。

17. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光源发出至少包含所述吸收波长特征区域的波长成分在内的、或者至少包含所述吸收波长特征区域的波长成分的一部分在内的所述发光波长区域的传感器光。

18. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光源发出在所述吸收波长特征区域的所有波长成分中具有大致均匀的光强度的所述发光波长区域的传感器光。

19. 根据权利要求17所述的曲率传感器,其特征在于,

所述光源发出在所述吸收波长特征区域的所有波长成分中具有大致均匀的光强度的所述发光波长区域的传感器光。

20. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,

所述多个被检测部还包含仅在波段较短的范围内具有吸收特性的窄带吸收部件和吸收规定的光而产生其他波长的光谱的荧光部件中的至少一个,

所述光源能够提供所述窄带吸收部件和所述荧光部件所需的波长的光,

所述光检测器能够检测由所述窄带吸收部件和所述荧光部件引起的光的变化。

21. 根据权利要求1所述的曲率传感器,其特征在于,
所述光源由多个离散光源构成,
各离散光源以与其他离散光源在时间上不重叠的方式产生处于所述发光波长区域内的一部分的波长区域并且与其他离散光源不完全重叠的波长区域的光。

22. 一种内窥镜,其中,
该内窥镜搭载有权利要求1至21中的任意一项所述的曲率传感器。

曲率传感器和搭载有该曲率传感器的内窥镜装置

技术领域

[0001] 本发明涉及利用挠性的导光部件检测被检测部的曲率的曲率传感器和搭载有该曲率传感器的内窥镜装置。

背景技术

[0002] 美国专利第7440661号说明书(以下,记作专利文献1)公开了与内窥镜的镜体一体地曲折、为了检测镜体的形状而使用的内窥镜形状检测探针。

[0003] 该内窥镜形状检测探针具有:曲率检测用光纤,其传递具有彼此不同的波长成分的检测光;以及光调制部,其设置于该曲率检测用光纤,对检测光所具有的彼此不同的波长成分各自的强度或者波长中的任意进行调制。该内窥镜形状检测探针的特征在于,能够根据作为被检测部的上述光调制部进行调制前后的波长成分各自的强度或者波长和上述光调制部与上述曲率检测用光纤的出射端的距离来检测镜体的形状。

[0004] 在上述专利文献1中,作为上述光调制部,记载了针对彼此不同的波长成分进行吸收的结构,是一个部位的曲率检测利用规定的波长的光的强度调制、吸收规定的波长并且释放出不同的波长的光的波长调制、等的结构。尤其是,以下的方面是上述专利文献1的内窥镜形状检测探针的特征:作为被检测部的光调制部设置了与检测光所包含波长成分的数量相同的数量,但选择性地吸收彼此不同的波长成分中的任意波长成分。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:美国专利第7440661号说明书

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 然而,独立吸收彼此不同的波长成分中的任意波长成分的材料几乎不存在,即使存在也最多分离2~3种左右。即,即使想要实现在一条光纤上设置多个光调制部、即被检测部的多点化,该多点化的极限也就为2~3个部位。

[0010] 本发明是鉴于上述的情况而完成的,其目的在于提供能够容易增加被检测部的多点化的数量的曲率传感器和搭载有该曲率传感器的内窥镜装置。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 根据本发明的第一方式,提供一种曲率传感器,其根据来自设置在具有挠性的导光部件上的多个被检测部的多个光信号而检测曲率信息,其特征在于,该曲率传感器具有:

[0013] 光源,其产生至少包含规定的波长成分在内的发光波长区域的传感器光;

[0014] 所述导光部件,其具有挠性,将所述传感器光限制在内部而进行引导;

[0015] 所述多个被检测部,它们形成为如下两者中的至少一方:形成在所述导光部件的长度方向上的不同的部位、和在长度方向上的大致相同的部位朝着周向上的不同的朝向而形成,由具有弹性的部件构成,各被检测部构成为包含光学特性变化部件,该光学特性变化

部件通过根据所述导光部件的弯曲量来改变所述导光部件所引导的所述传感器光的光学特性而生成具有按照每个被检测部而不同的吸收波长特征区域的所述光信号;以及

[0016] 光检测器,其检测来自所述光源的所述传感器光中的、通过所述多个被检测部而受到了光学特性变化后的所述多个光信号,

[0017] 所述光学特性变化部件是吸收规定的波段的光的、由金属粒子构成的部件,具有与该金属固有的分光吸收光谱不同的特殊分光吸收光谱,

[0018] 在所述多个被检测部中配置有具有彼此不同的特殊分光吸收光谱的所述光学特性变化部件,所有光学特性变化部件的特殊分光吸收光谱与来自所述光源的所述传感器光的发光波长区域至少在一部分具有重叠。

[0019] 并且,根据本发明的第二方式,提供搭载有本发明的第一方式的曲率传感器的内窥镜。

[0020] 发明效果

[0021] 根据本发明,能够提供能够容易增加被检测部的多点化的数量的曲率传感器和搭载有该曲率传感器的内窥镜装置。

附图说明

[0022] 图1是示出本发明的一个实施方式的曲率传感器的概略结构的框图。

[0023] 图2A是示出导光部件的一例的形状的剖视图。

[0024] 图2B是示出导光部件的另一例的形状的剖视图。

[0025] 图3A是用于对被检测部组进行说明的概略图。

[0026] 图3B是用于对在导光部件的长度方向上设置了多个的被检测部组进行说明的概略图。

[0027] 图4A是示出图2A的导光部件的被检测部的结构的一例的剖视图。

[0028] 图4B是图4A的导光部件的被检测部部分的沿着长度方向的剖视图。

[0029] 图5A是用于对图4B中的虚线的圆部分中的等离子体物质的粒子尺寸的例子进行说明的图。

[0030] 图5B是示出基于等离子体物质的粒子尺寸的不同特殊分光吸收光谱的例子图。

[0031] 图6是示出在被检测部组的各被检测部中使用的等离子体物质的特殊分光吸收光谱的例子图。

[0032] 图7是示出形成于被检测部的等离子体物质的一例的概略图。

[0033] 图8A是用于对曲率传感器的原理进行说明的、示出了导光部件向纸面上方向弯曲的情况的图。

[0034] 图8B是用于对曲率传感器的原理进行说明的、示出了导光部件没有弯曲的情况的图。

[0035] 图8C是用于对曲率传感器的原理进行说明的、示出了导光部件向纸面下方向弯曲的情况的图。

[0036] 图9是示出配置在导光部件的长度方向的彼此不同的部位的多个被检测部的例子的沿着导光部件的长度方向的剖视图。

- [0037] 图10是用于对使用了色素的被检测部的瞬逝光进行说明的图。
- [0038] 图11A是示出入射到导光部件的光的光谱的一例的图。
- [0039] 图11B是示出配置于被检测部的吸收波长特征区域产生部件的吸收光谱的一例的图。
- [0040] 图11C是示出从导光部件射出的光的光谱的一例的图。
- [0041] 图12A是用于对关于配置于被检测部的多个吸收波长特征区域产生部件的吸收波长特征区域进行说明的图。
- [0042] 图12B是用于对吸收波长特征区域的另一例进行说明的图。
- [0043] 图13是示出使用了色素的被检测部的另一结构例的导光部件的剖视图。
- [0044] 图14是示出电介质膜的反射光谱特性的例子的图。
- [0045] 图15A是示出使用了荧光部件的被检测部的结构例的导光部件的剖视图。
- [0046] 图15B是示出荧光部件的吸收特性和发光特性的图。
- [0047] 图16是示出使用了光栅的被检测部的结构例的导光部件的剖视图。
- [0048] 图17A是示出来自射出离散光的光源的光的光谱与吸收波长特征区域的关系的图。
- [0049] 图17B是示出来自射出波长光谱连续的光的光源的光的光谱与吸收波长特征区域的关系的图。
- [0050] 图17C是示出来自图17A的光源的光的光谱与吸收波长特征区域的另一例的关系的图。
- [0051] 图17D是示出来自理想光源的光的光谱与吸收波长特征区域的关系的图。
- [0052] 图18A是用于对针对光源的光谱的光检测器的检测带进行说明的图。
- [0053] 图18B是用于对针对另一光源的光谱的光检测器检测带进行说明的图。
- [0054] 图19A是示出被检测部的数量为2的情况下的光检测器的波段的例子的图。
- [0055] 图19B是示出被检测部的数量为3的情况下的光检测器的波段的例子的图。
- [0056] 图20是示出搭载有一个实施方式的曲率传感器的本发明的一个实施方式的内窥镜装置的概略结构的框图。

具体实施方式

- [0057] 以下,参照附图对用于实施本发明的方式进行说明。
- [0058] 如图1所示,本发明的一个实施方式的曲率传感器10由光源12、光分配部14、导光部件16、光反射部18、光检测器20、光量监视器22、控制和驱动器24、运算部26以及输出部30构成。
- [0059] 在导光部件16中设置有多数被检测部,例如 m 个被检测部32-1、32-2、 $\cdots$ 、32- m 。
- [0060] 运算部26具有输入控制部34、存储部36、曲率运算部38、二次信息运算部40以及输出控制部42。存储部36存储强度调制信息44、弯曲特性信息46、二次信息运算用信息48。
- [0061] 以下,对各部分的结构进行详细描述。
- [0062] 光源12具有半导体激光器等,产生传感器光。光分配部14例如由光耦合器构成,使由上述光源12产生的传感器光入射到导光部件16的一端。导光部件16将通过上述光分配部14而入射到上述一端的传感器光引导至另一端,并从该另一端射出。光反射部18将从上述

导光部件16的另一端射出的光反射而再次入射到上述导光部件16的上述另一端。由此,上述导光部件16将入射到另一端的光引导至上述一端,并从上述一端射出。上述光分配部14将从该导光部件16的一端射出的光输入到光检测器20。光检测器20检测所输入的光中的规定的波长的光量,将检测光量信息输出给运算部26。

[0063] 并且,光量监视器22检测从上述光源12射出的传感器光的光量,将该检测结果作为光源光量信息提供给控制和驱动器24。控制和驱动器24对上述光源12和光检测器20的动作的接通/切断进行控制。而且,控制和驱动器24根据来自上述光量监视器22的光源光量信息,以使从上述光源12射出的传感器光为期望的光量的方式进行控制,或者以使光检测器20的输出为规定的范围的方式进行增益调节。

[0064] 这里,要利用该曲率传感器10检测曲率信息的搭载部例如沿着内窥镜的插入部的长度轴方向延伸配置,上述导光部件16具有模仿上述搭载部的弯曲状态而弯曲那样的挠性。

[0065] 具体而言,上述导光部件16能够由光纤构成。图2A示出了该光纤的作为与长度轴方向垂直的方向的径向上的截面构造。即,上述光纤由以下部分构成:芯54,其存在于中心,引导光;包层56,其设置于该芯54的周围,将光稳定地限制于芯54中;以及护套58,其用于进一步保护该芯54和包层56远离物理冲击和热冲击。

[0066] 或者,上述导光部件16也可以由光波导构成。如图2B所示,上述光波导是在柔性基板60上设置了起到与上述光纤的芯54和包层56同等的作用的芯54和包层56而成的。

[0067] 在上述导光部件16中,在与要检测曲率信息的上述搭载部的位置对应的部位设置有被检测部。这里,曲率信息是弯曲的朝向和弯曲的大小的信息。只要能够针对要检测曲率信息的一个部位而对至少不同的两个方向(优选为垂直的两个方向)检测弯曲的大小,就也能够检测该部位的弯曲的朝向。因此,需要在要检测曲率信息的各部位形成至少两个被检测部。因此,使用两个导光部件16,对应于一个部位而在各导光部件16中形成被检测部,以使这两个被检测部为垂直的朝向的方式将导光部件16组装于上述搭载部即可。或者,也可以是,仅使用一个导光部件16,如图3A所示,将多个被检测部32-1~32-m作为被检测部组62在导光部件16的长度方向上的大致相同的部位朝着周向上的不同的朝向而形成。并且,在要检测曲率的上述搭载部的位置存在多个的情况下,能够在各位置设置这样的被检测部组62。即,也可以如图3B所示,在导光部件16的长度方向上的不同的部位形成n个被检测部组62-1~62-n。通过这样形成多个被检测部作为被检测部组62,能够削减导光部件16的个数,实现了组装导光部件16的上述搭载部的细径化。

[0068] 只要对于一个被检测部组62配置有至少两个被检测部,就能够求取曲率信息。例如,在上述被检测部组62-1中,如图4A所示,被检测部32-1和被检测部32-2这两个形成为沿着作为导光部件16的光纤的径向彼此90°不同的朝向。具体而言,如图4A和图4B所示,上述被检测部32-1、32-2是在上述光纤的长度轴方向的期望位置去除了上述护套58和上述包层56而使上述芯54的一部分露出、并在该露出的上述芯54的部分形成包含光学特性变化部件在内的被检测部件64而成的,该光学特性变化部件对根据特定的方向的弯转量而入射到上述芯54的光赋予与其他被检测部不同的光学特性变化。上述被检测部件64由具有柔性的部件或者具有弹性的材料(例如,丙烯酸系、环氧系、硅系、氟系等的树脂、柔性的水玻璃等低折射率的材料)构成,形成为大致包层厚度程度。向上述被检测部件64上去除了上述护套

58和上述包层56的部分填充护套那样的部件作为被检测部保护部件66,恢复光纤的最初的形状。另外,被检测部保护部件66也可以由被检测部件64代替。

[0069] 另外,上述护套58和上述包层56的去除是通过激光加工、或利用光刻工序和蚀刻工序等进行的。此时,如果使上述芯54受到微小的损伤,则漏光从而损失所引导的光,或变得经受不住弯曲,因此优选使用尽量不会使上述芯54受伤的方法进行加工。

[0070] 如作为上述被检测部件64的部分68的放大图的、图5A所示,上述被检测部件64包含吸收规定的波段的光的、由金属粒子构成的光学特性变化部件70。该光学特性变化部件70具有与该金属固有的分光吸收光谱不同的特殊分光吸收光谱。例如,光学特性变化部件70具有能够由至少一种光源的光来激发等离子体的光激发等离子体生成功能。即,是具有金属固有的分光吸收光谱与基于表面等离子体效应的特殊吸收光谱之和作为吸收光谱的金属纳米粒子。光激发等离子体生成功能由至少一种等离子体物质、纳米尺寸化的物质、纳米尺寸化的矿物、纳米尺寸化的金属中的任意物质构成。这里,等离子体物质是指具有自由电子集体振动从而表现为虚拟的粒子的状态的物质。并且,纳米尺寸是指小于 $1\mu\text{m}$ 。金属粒子例如是Au、Ag、Cu、Pt等,是分散介质。金属粒子的形状是球或圆柱或多棱柱。

[0071] 关于光激发等离子体生成功能,即使是相同的光学特性变化部件70、例如相同的金属粒子,如图5A所示,如果其大小、长度以及厚度中的至少一种不同,则特殊分光吸收光谱不同。例如,如图5B所示,随着粒子尺寸增大,光的吸收率的峰值波长(吸收波长特征区域)向长波长侧移动。因此,在多个被检测部中,作为光学特性变化部件70,存在在相同的金属元素中具有k个特殊分光吸收光谱的组合。

[0072] 并且,关于光激发等离子体生成功能,如果是不同的光学特性变化部件70、例如不同的金属粒子,如图6所示,特殊分光吸收光谱不同。

[0073] 而且,也能够采用混合了多个金属粒子的复合光学特性变化部件。

[0074] 因此,通过使多个光学特性变化部件70、例如多个金属粒子各自的大小、长度以及厚度中的至少一个不同而使用,能够实现具有彼此不同的特殊分光吸收光谱的被检测部件64,能够形成多个赋予与其他被检测部不同的光学特性变化的被检测部。

[0075] 另外,在想要向作为被检测部件64的基材的低折射率树脂等中混合光学特性变化部件70的情况下,有时由于发生凝聚(光学特性变化部件70在低折射率树脂中不分散,而是分离并沉淀),因此纳米化特有的光吸收特性消失,或者无法充分工作。作为防止该情况的方法,也可以如图7所示,将光学特性变化部件70以一个或多个为单位,利用表面活性剂等分散材料72或胶囊74包围其周围。并且,也可以使用添加了防止光学特性变化部件70之间的凝聚的防凝聚剂的低折射率树脂78等作为被检测部件64的基材。

[0076] 关于这样的构造的被检测部32-1、32-2,当作为上述导光部件16的上述光纤弯曲时,伴随此,在光纤内传递的光的大部分漏到上述被检测部件64内。即,上述被检测部32-1、32-2设置于上述光纤的一侧面,根据上述光纤的弯曲,上述泄漏的光(渗出程度的光)的量发生变化。即,上述被检测部32-1、32-2根据上述光纤的弯曲而改变赋予光的光学特性变化的量。即,改变被赋予了光学特性变化的光信号的光传递量。

[0077] 图8A、图8B以及图8C示出了与上述光纤的弯曲对应的光传递量的示意图。这里,图8A示出了上述光纤向上述被检测部32-1、32-2的设置于被检测部件64的一侧弯曲时的光传递量,图8B示出了上述光纤不弯曲时的光传递量,图8C示出了上述光纤向与设置有上述被

检测部件64的一侧相反的一侧弯曲时的光传递量。如该图8A、图8B以及图8C所示,光传递量的顺序是上述光纤向设置有上述被检测部件64的一侧弯曲时的光传递量最多、上述光纤不弯曲时的光传递量次多、上述光纤向与设置有上述被检测部件64的一侧相反的一侧弯曲时的光传递量最少。由此,通过测定从上述光纤射出的光信号的光强度,能够检测设置有上述被检测部件64的被检测部32-1、32-2的弯曲量。而且,由于上述被检测部32-1、32-2在上述光纤的径向上设置的位置即上述被检测部32-1、32-2的朝向是已知的,因此也能够了解弯曲方向,能够通过该弯曲方向和上述弯曲量来检测曲率信息。

[0078] 并且,多个被检测部也能够各个被检测部中由彼此不同的光学特性变化部件构成。例如,如图9所示,当在作为导光部件16的光纤的长度方向上的不同部位设置有五个被检测部32-1、32-3、32-4、32-5、32-6的情况下,各个被检测部件能够具备不同的光学特性变化部件。这里,被检测部32-1的被检测部件64具备具有光激发等离子体生成功能的光学特性变化部件70。被检测部32-3的被检测部件80例如具备具有光吸收物质(也包含光散射物质)的光学特性变化部件。被检测部32-4的被检测部件82例如具备具有层叠电介质膜的光学特性变化部件。被检测部32-5的被检测部件84例如具备具有荧光体的光学特性变化部件。被检测部32-6的被检测部件86例如具备具有光栅构造的光学特性变化部件。当然,多个被检测部不是必须使用所有这些光学特性变化部件,能够使用它们之中的至少两种以上的组合。并且,对于在作为导光部件16的光纤的长度方向的大致相同的部位朝着不同的朝向形成的多个被检测部,也是与其相同的。

[0079] 另外,对于被检测部32-3的被检测部件80、被检测部32-5的被检测部件84以及被检测部32-6的被检测部件86,与被检测部32-1的被检测部件64同样地形成有被检测部保护部件66,从而恢复了光纤的最初的形状。对于被检测部32-4的被检测部件82,形成了电介质膜效果增大树脂88。

[0080] 如图10所示,上述被检测部32-3是除了使用光学特性变化部件不同的被检测部件80之外其余与上述被检测部32-1相同的结构。这里,光学特性变化部件所具有的光吸收物质是指使得在彼此不同的被检测部中针对至少一种波段的至少一部分相互重叠的波长的光进行彼此不同吸收量的吸收的物质。例如,光吸收物质包含纳米尺寸化的颜料(矿物或化学合成的无机颜料、或者以有机化合物为成分的有机颜料)或染料(原本为1nm以下)。

[0081] 另外,对于该光吸收物质,也可以与上述具有光激发等离子体生成功能的光学特性变化部件70同样地,利用分散材料72或胶囊74包围其周围,或者使用添加了防凝聚剂的低折射率树脂78等作为被检测部件80的基材。

[0082] 这样的被检测部32-3的被检测部件80例如对于在图11A所示那样的波段 $\lambda_L \sim \lambda_U$ 之间具有大致均匀的光谱的来自理想光源的光具有图11B所示那样的吸收光谱。这里,W是上述理想光源的发光波长区域。当来自上述理想光源的光触碰到上述被检测部件80时,上述被检测部件80对于与上述芯54接触的光、进而对于向包层56渗出的瞬逝光90,按照上述吸收光谱的比例进行吸收,使剩余的光返回到上述芯54。易于理解地、使用图像描绘该情况的话,为图10。实线的箭头是从上述光源12提供的光,触碰到上述被检测部32-3的光按照被检测部固有的吸收光谱被吸收,剩余的光按照虚线的箭头返回到上述芯54。

[0083] 作为使用该被检测部32-3的效果,能够损耗由于芯与包层的折射率差使光纤弯曲而导致的成为临界角以上的角度的光,也能够通过将上述包层56相对于上述芯54的折射率

n_1 的折射率调节为 n_1 以下而进行控制。从光源提供的大致均匀的光成为图11C所示的光谱那样受到了上述被检测部32-3的吸收光谱的光学上的影响的光谱。

[0084] 被检测部32-3的被检测部件80所具备的光学特性变化部件的吸收波长特征区域设定为与被检测部32-1的被检测部件64所具备的光学特性变化部件70的吸收波长特征区域不同。例如,图12A是示出设定于两个被检测部32-1、32-3的被检测部件64、80的光的吸收光谱的图,实线与被检测部件64对应,虚线与被检测部件80对应。例如在具有图11A所示那样的光谱的理想光入射的情况下,在各被检测部32-1、32-3的被检测部件64、80中,按照图12A所示的实线与虚线的光谱比率而使光强度衰减。吸收波长特征区域是指例如图12A的 λ_1 和 λ_2 的部位。在 λ_1 、 λ_2 的区域,不同的被检测部32-1、32-3所具有的吸收率 α 彼此不同。在被检测部32-1的光谱中, λ_1 时是 α_{1i} 的吸收率,另一方面, λ_2 时是 α_{2i} 。在被检测部32-3的光谱中, λ_1 时是 α_{1j} 的吸收率,另一方面, λ_2 时是 α_{2j} 。 α_{1i} 和 α_{1j} 、以及 α_{2i} 和 α_{2j} 的特征在于,在波长 λ_1 、波长 λ_2 处显示出彼此不同的吸收率,并且吸收率之比不同。这样,吸收波长特征区域显示出在所使用的波段中存在 λ_1 和 λ_2 那样的通过多个波长的吸收率的比率而对被检测部32-1、32-3赋予了特征的区域的情况。波长 λ_1 和 λ_2 可以是特定的波长,也可以像图12B那样在波段中具有宽度。

[0085] 各被检测部32-1、32-3的分离是通过以下方式进行的:各被检测部32-1、32-3维持吸收波长特征区域的强度比,并求解出对各曲率部分的变化赋予光源12的光强度与光检测器20所检测到的光强度的差分而得的合计的数学式。后面对该数学式进行描述。

[0086] 这样,关于向多个被检测部分别赋予固有的吸收波长特征区域的情况,与使多个被检测部不会产生相互吸收的结构相比,材料和吸收光谱的赋予的方法具有自由度。因此,这样的结构使得能够针对一个导光部件16设置多个被检测部。

[0087] 只要能够在一个导光部件16上设置多个被检测部,则在想要设置于狭窄的空间内的情况下,在设置上有利,此外还能够更准确地检测设置导光部件16的部位的多个曲率信息,只要用于利用曲率信息的形状检测等中,就能够检测更准确的形状。

[0088] 而且,由于能够使用一个导光部件16进行多个被检测部的检测,因此能够减少光供给部和检测器的数量,成本和设置场所的尺寸也有利。

[0089] 另外,多个被检测部32-1、32-3具有比导光部件16、具体而言芯54的折射率大的折射率。而且,如图13所示,为了将从导光部件16向被检测部32-1、32-3入射的光反射,多个被检测部32-1、32-3能够还具备具有比导光部件16的芯54小的折射率的被检测部光限制部92。

[0090] 并且,被检测部32-4的被检测部件82所具备的光学特性变化部件具有层叠电介质膜。电介质具有例如图14所示那样的反射光谱,具有吸收没有被反射的光的特性。在图14中,使用实线示出了光以某个入射角 a 入射到层叠电介质膜的情况,使用虚线示出了光以与上述入射角 a 不同的入射角 b 入射的情况,而且使用两点划线示出了光以与该入射角 a 、 b 不同的入射角 c 入射的情况。这样,关于层叠电介质膜,光谱伴随着光的入射角即光纤的弯曲而发生变化,因此波长方向的信息也发生变化。这里,仅记载了一个例子,但能够通过折射率和厚度不同的膜的层叠方法来改变光谱。

[0091] 仅通过上述的光激发等离子体生成功能和光吸收物质,就能够提供具有多个吸收波长特征区域的被检测部,但如果也包含电介质膜的吸收特性,则能够进一步提供具有多

个吸收波长特征区域的被检测部。

[0092] 被检测部件通过采用具有与包层材料相同的柔性并且调节了折射率的树脂材料，能够在保持导光部件16的柔性的基础上提供曲率传感器。通过改变被检测部件的折射率，能够控制相对于被检测部的弯曲量的漏光的量，调节被检测部处的吸收波长特征区域的光谱，易于制造与其他被检测部之差。即，对进一步增加被检测部的数量有效。

[0093] 并且，被检测部32-5的被检测部件84所具备的光学特性变化部件具有荧光体。如图15A所示，上述被检测部32-5是除了使用光学特性变化部件不同的被检测部件84之外其余与上述被检测部32-1相同的结构。这里，荧光体具有像图15B所示那样吸收实线所示那样的短波长侧的光而在虚线所示那样的长波长侧发光的特性。在这样的荧光体的情况下，光的转换方法与上述被检测部件80不同，触碰到上述被检测部32-5的光被吸收，上述被检测部32-5发出散射光。在本实施方式中，将该发光的波长当作对上述光激发等离子体生成功能和上述光吸收物质进行了说明那样的吸收波长特征区域。关于该发光的发光量，由于触碰到荧光体的光的量根据弯曲的弯曲量而增减，因此该发光的发光量伴随着弯曲方向和弯曲量发生变化。在使用这样的荧光体的情况下，与使用上述被检测部件80的情况相比，检测灵敏度差的情况稍微多一些。

[0094] 并且，被检测部32-6的被检测部件86所具备的光学特性变化部件具有光栅构造。如图16所示，上述被检测部32-6是除了使用光学特性变化部件不同的被检测部件86之外其余与上述被检测部32-1相同的结构。这里，被检测部件86是以使光栅94与芯54接触的方式形成的。并且，即使光栅94不接触，也可以形成于包层56的一部分。光栅94使光在内部传输或在表面被反射时产生衍射现象，以将向与朝向该光栅94的入射方向不同的规定的方向前进的特定的波长的光彼此增强的方式进行传输。在图16中，使用实线的箭头示出了从上述光源12提供的光，使用虚线的箭头示出了由于光栅94而向规定的方向前进的特定波长的光。在本实施方式中，将基于该光栅94的特定波长当作对上述光激发等离子体生成功能和上述光吸收物质进行了说明那样的吸收波长特征区域来处理。

[0095] 接下来，对上述光源12进行说明。上述光源12能够使用激光二极管(LD)、LED、灯、或使用利用它们的光使荧光材料发出的光等，通过它们多个的组合，调整并射出曲率传感器10所需的波长特性的光(例如白色光)。另外，关于这里所说的光源，如果是上述光分配部14为光纤耦合器的情况，则也包含使光会聚而入射于光纤耦合器的光纤的透镜系等。在上述光分配部14为半反射镜或分束镜的情况下，也包含将光调整成平行光的透镜系等。而且，在像激光二极管那样返回光影响输出的情况下，也包含隔离器等。

[0096] 上述光源12需要包含至少上述吸收波长特征区域的一部分。具体而言，例如在上述被检测部为两个的情况下，上述光源12能够采用将比较窄带的光合成而射出的光源，使得像图17A那样包含上述吸收波长特征区域 λ_1 和 λ_2 。作为该情况下的上述光源12的例子，具有LED或LD等。并且，也可以如图17B所示，是使用低波长的光来激发荧光体而射出所产生的光的光源。如果是这样的光谱的光，则能够容易地包含多个吸收波长特征区域。并且，在上述吸收波长特征区域 λ_1 和 λ_2 像图12B那样在波段中具有宽度的情况下，只要上述光源12像图17C所示那样包含多个吸收波长特征区域的一部分即可。作为易于检测的光，优选射出具有像图17D所示那样在多个吸收波长特征区域大致均匀的光谱特性的光的光源。在这样的光源的情况下，检测精度产生不均匀的可能性降低，从而优选。

[0097] 并且,作为上述光源12,也可以不是像图17A所示那样合成并射出比较窄带的光,而是像图18A和图18B所示那样使光的波长离散的多个光源依次发光,并提供给作为上述导光部件16的光纤。这样,上述光检测器20的检测带D只要能够检测所有吸收波长特征区域的波长的光即可,无需使用分光器那样的分离每个波长的光强度进行检测的部件。在这样的结构中,能够使上述光检测器20的成本非常低。

[0098] 当然,上述光检测器20只要能够检测赋予给多个被检测部的吸收波长特征区域的特征,则可以是任意装置。在波段中记载上述光检测器20的结构的话,在上述被检测部为两个部位的情况下,如图19A所示,特征在于,能够检测与吸收波长特征区域对应的、或者包含吸收波长特征区域在内的带域D1、D2这两个带域。检测的带域只要留有吸收波长特征区域的特征即可。例如,在上述被检测部为三个部位的情况下,基于具有吸收波长特征区域的特征的波长区域,但是即使像图19B所示那样在上述光检测器20的带域D1、D2、D3中包含彼此重叠的带域也没问题。

[0099] 这样,光检测器20接收传递量根据各被检测部的弯曲状态而发生了变化的各吸收波长特征区域的光信号,检测各吸收波长特征区域的光的强度并输出检测光量信息。这里,检测光量信息是指表示各吸收波长特征区域与其吸收波长特征区域的光强度的关系的信息。

[0100] 运算部26的输入控制部34将从光检测器20输入的检测光量信息传递给曲率运算部38。并且,从控制和驱动器24输入有光源12的发光强度和光检测器20的增益等信息。

[0101] 存储部36存储曲率运算部38进行的运算所需的各种信息。存储部36除了例如包含计算算法在内的程序之外,还存储强度调制信息44、弯曲特性信息46、二次信息运算用信息48等。

[0102] 曲率运算部38能够根据经由输入控制部34而取得的检测光量信息和存储在存储部36中的信息来计算各被检测部的弯曲信息。然而,针对各个被检测部计算弯曲信息是被检测部的数量越多,运算时间越长。因此,在本实施方式中,根据后述的强度调制信息44和弯曲特性信息46来计算被检测部组62-1~62-n的弯曲信息。当然,无需赘言,本发明可以对各个被检测部计算弯曲信息。

[0103] 曲率运算部38具有第一运算部50和第二运算部52。第一运算部50根据经由输入控制部34而取得的检测光量信息和存储在存储部36中的强度调制信息44来计算每个被检测部的的光量变化信息。第二运算部52根据由第一运算部50计算出的光量变化信息和存储在存储部36中的弯曲特性信息46来计算被检测部组62-1~62-n的弯曲信息。曲率运算部38将计算出的弯曲信息传递给二次信息运算部40和输出控制部42。另外,曲率运算部38也可以将光检测器20的增益等、弯曲信息的计算所需的与光检测器20的动作有关的信息经由输入控制部34输出给控制和驱动器24。

[0104] 二次信息运算部40例如包含CPU或ASIC等。二次信息运算部40根据由曲率运算部38计算出的被检测部组62-1~62-n的弯曲信息,计算要利用配置有被检测部组62-1~62-n的导光部件16、即该曲率传感器10检测曲率信息的搭载部(例如内窥镜的插入部)的形状或状态等二次信息。计算出的二次信息传递给输出控制部42。

[0105] 另外,本实施方式所说的“状态”不仅是指直线状或U字状等形状的状态,也包含判断搭载有该曲率传感器10的设备特有的正常/异常的状态。上述设备特有的异常是指例如

在内窥镜的领域中被称作屈曲那样的、应该行进的插入部在其位置停止而曲率发生变化那样的状态,根据上述设备的用途、使用状态、使用环境等而不同。并且,也包含例如在被检体具有柔性的情况下的被检体的伸展等动作状态。想要使插入部行进的力被被检体的动作吸收,从而引起应该行进的插入部仅平行移动、插入部的前端不行进或插入部的曲率不发生变化的所谓的横向滑动。上述“状态”也包含这样的被检体的动作的状态。而且,上述二次信息能够也包含支援搭载有该曲率传感器10的设备的插入操作等的操作支援信息。

[0106] 输出控制部42将从曲率运算部38取得的被检测部组62-1~62-n的弯曲信息和从二次信息运算部40取得的二次信息输出给输出部30。

[0107] 接下来,对在使用曲率传感器10时曲率运算部38进行的运算进行说明。

[0108] 首先,为了简化说明,考虑包含像图4A所示那样具有两个被检测部32-1、32-2的一个被检测部组62在内的导光部件16的长度L的部分以角度 θ 、曲率 κ 弯曲的状态。在该情况下,以如下那样的方式求取被检测部组62的角度 θ 和曲率 κ 、即曲率信息。

[0109] 首先,在第一运算部50中,关于弯曲特性信息 $\alpha(\theta, \kappa)$ 和 $\beta(\theta, \kappa)$,根据由光检测器20检测到的作为被检测部32-1的吸收波长特征区域的第一波长 λ_1 和作为被检测部32-2的吸收波长特征区域的第二波长 λ_2 的检测光量信息 D_{λ_1} 和 D_{λ_2} 求解按照强度调制信息44而取得的以下的式子(1)所示的二元一次联立方程式。

[0110] [数学式1]

$$\begin{cases} \ln[D_{\lambda_1}(\theta, \kappa)] - \ln(I_{\lambda_1}) = \alpha(\theta, \kappa) \cdot U_{\alpha\lambda_1} + \beta(\theta, \kappa) \cdot U_{\beta\lambda_1} \\ \ln[D_{\lambda_2}(\theta, \kappa)] - \ln(I_{\lambda_2}) = \alpha(\theta, \kappa) \cdot U_{\alpha\lambda_2} + \beta(\theta, \kappa) \cdot U_{\beta\lambda_2} \end{cases} \quad \dots(1)$$

[0112] 这里, I_{λ_1} 、 I_{λ_2} 是基准光量信息,是在被检测部组62为作为基准的规定的形状(以下,称作基准弯曲状态)时由光检测器20检测的波长 λ_n 的光的光量。并且, $U_{\alpha\lambda_1}$ 、 $U_{\beta\lambda_1}$ 、 $U_{\alpha\lambda_2}$ 、 $U_{\beta\lambda_2}$ 是关于被检测部组62的被检测部32-1、32-2的强度调制信息。该基准光量信息和强度调制信息是预先取得而作为强度调制信息44存储在存储部36中的。因此,在第一运算部50中,能够根据检测光量信息 D_{λ_1} 、 D_{λ_2} 、基准光量信息 I_{λ_1} 、 I_{λ_2} 以及强度调制信息 $U_{\alpha\lambda_1}$ 、 $U_{\beta\lambda_1}$ 、 $U_{\alpha\lambda_2}$ 、 $U_{\beta\lambda_2}$ 来计算被检测部组62的被检测部32-1和32-2的光量变化信息 α 和 β 。

[0113] 接着,在第二运算部52中,关于角度 θ 和曲率 κ ,求解根据由第一运算部50计算出的光量变化信息 α 和 β 以及存储在存储部36中的作为弯曲特性信息46的 $\alpha(\theta, \kappa)$ 、 $\beta(\theta, \kappa)$ 而取得的以下的式子(2)所示的二元联立方程式。

[0114] [数学式2]

$$\begin{cases} \alpha(\theta, \kappa) = a_{\alpha}(\kappa) \cdot \sin[\theta + b_{\alpha}(\kappa)] + c_{\alpha}(\kappa) \\ \beta(\theta, \kappa) = a_{\beta}(\kappa) \cdot \sin[\theta + b_{\beta}(\kappa)] + c_{\beta}(\kappa) \end{cases} \quad \dots(2)$$

[0116] 这样,能够求取被检测部组62的弯曲信息、即被检测部组62的角度 θ 和曲率 κ 、换言之被检测部组62的弯曲的朝向和弯曲的大小。另外,光量信息关系不限于以上述那样的函数的形式表示,也可以以保存了波长与光量的关系的表(查找表)表示。

[0117] 并且,采用曲率作为表示被检测部组的弯曲的大小的参数并对使用弯曲特性信息46的弯曲信息推导运算进行了说明,但也能够以曲率半径等其他参数为表示弯曲的大小的参数并采用使用了与其对应的弯曲特性信息的弯曲信息推导运算。

[0118] 接下来,考虑分别具有两个被检测部的两个被检测部组。即,考虑导光部件16中的包含第一被检测部组在内的长度 L_1 的第一部分以角度 θ_1 和曲率 κ_1 弯曲、接着该第一部分包含第二被检测部组在内的长度 L_2 的第二部分以角度 θ_2 和曲率 κ_2 弯曲的状态。

[0119] 在该情况下,以如下的方式求取第一被检测部组和第二被检测部组的角度 θ_1 、 θ_2 和曲率 κ_1 、 κ_2 。

[0120] 首先,在第一运算部50中,根据由光检测器20检测到的第一、第二、第三、第四波长 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 的检测光量信息 D_{λ_1} 、 D_{λ_2} 、 D_{λ_3} 、 D_{λ_4} ,关于 $\alpha_1(\theta_1, \kappa_1)$ 、 $\beta_1(\theta_1, \kappa_1)$ 、 $\alpha_2(\theta_2, \kappa_2)$ 、 $\beta_2(\theta_2, \kappa_2)$,求解以下的式子(3)所示的四元一次联立方程式。

[0121] [数学式3]

$$\begin{cases}
 \ln[D_{\lambda_1}(\theta_1, \kappa_1, \theta_2, \kappa_2)] - \ln(I_{\lambda_1}) = \alpha_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\alpha_{1\lambda_1}} \\
 \quad + \beta_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{1\lambda_1}} + \alpha_2(\theta_2, \kappa_2) \cdot U_{\alpha_{2\lambda_1}} + \beta_2(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{2\lambda_1}} \\
 \ln[D_{\lambda_2}(\theta_1, \kappa_1, \theta_2, \kappa_2)] - \ln(I_{\lambda_2}) = \alpha_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\alpha_{1\lambda_2}} \\
 \quad + \beta_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{1\lambda_2}} + \alpha_2(\theta_2, \kappa_2) \cdot U_{\alpha_{2\lambda_2}} + \beta_2(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{2\lambda_2}} \\
 \ln[D_{\lambda_3}(\theta_1, \kappa_1, \theta_2, \kappa_2)] - \ln(I_{\lambda_3}) = \alpha_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\alpha_{1\lambda_3}} \\
 \quad + \beta_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{1\lambda_3}} + \alpha_2(\theta_2, \kappa_2) \cdot U_{\alpha_{2\lambda_3}} + \beta_2(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{2\lambda_3}} \\
 \ln[D_{\lambda_4}(\theta_1, \kappa_1, \theta_2, \kappa_2)] - \ln(I_{\lambda_4}) = \alpha_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\alpha_{1\lambda_4}} \\
 \quad + \beta_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{1\lambda_4}} + \alpha_2(\theta_2, \kappa_2) \cdot U_{\alpha_{2\lambda_4}} + \beta_2(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{2\lambda_4}}
 \end{cases} \quad \dots(3)$$

[0123] 基准光量信息 I_{λ_1} 、 I_{λ_2} 、 I_{λ_3} 、 I_{λ_4} 和强度调制信息 $U_{\alpha_{1\lambda_1}}$ 、 $U_{\alpha_{1\lambda_2}}$ 、 $U_{\alpha_{1\lambda_3}}$ 、 $U_{\alpha_{1\lambda_4}}$ 、 $U_{\beta_{1\lambda_1}}$ 、 $U_{\beta_{1\lambda_2}}$ 、 $U_{\beta_{1\lambda_3}}$ 、 $U_{\beta_{1\lambda_4}}$ 、 $U_{\alpha_{2\lambda_1}}$ 、 $U_{\alpha_{2\lambda_2}}$ 、 $U_{\alpha_{2\lambda_3}}$ 、 $U_{\alpha_{2\lambda_4}}$ 、 $U_{\beta_{2\lambda_1}}$ 、 $U_{\beta_{2\lambda_2}}$ 、 $U_{\beta_{2\lambda_3}}$ 、 $U_{\beta_{2\lambda_4}}$ 是预先取得而作为强度调制信息44存储在存储部36中的。因此,在第一运算部50中,能够分别计算第一被检测部组的两个被检测部和第二被检测部组的两个被检测部的光量变化信息 α_1 、 β_1 、 α_2 、 β_2 。

[0124] 接着,关于角度 θ_1 和曲率 κ_1 ,在第二运算部52中,求解根据由第一运算部50计算出的光量变化信息 α_1 、 β_1 和存储在存储部36中的作为弯曲特性信息46的 $\alpha_1(\theta_1, \kappa_1)$ 、 $\beta_1(\theta_1, \kappa_1)$ 而取得的以下的式子(4)所示的二元联立方程式。

[0125] [数学式4]

$$\begin{cases}
 \alpha_1(\theta_1, \kappa_1) = a_{\alpha_1}(\kappa_1) \cdot \sin[\theta_1 + b_{\alpha_1}(\kappa_1)] + c_{\alpha_1}(\kappa_1) \\
 \beta_1(\theta_1, \kappa_1) = a_{\beta_1}(\kappa_1) \cdot \sin[\theta_1 + b_{\beta_1}(\kappa_1)] + c_{\beta_1}(\kappa_1)
 \end{cases} \quad \dots(4)$$

[0127] 而且,在第二运算部52中,关于角度 θ_2 和曲率 κ_2 ,求解根据由第一运算部50求取的光量变化信息 α_2 、 β_2 和存储在存储部36中的作为弯曲特性信息46的 $\alpha_2(\theta_2, \kappa_2)$ 、 $\beta_2(\theta_2, \kappa_2)$ 而取得的以下的式子(5)所示的二元联立方程式。

[0128] [数学式5]

$$[0129] \quad \begin{cases} \alpha_2(\theta_2, \kappa_2) = a_{\alpha_2}(\kappa_2) \cdot \sin[\theta_2 + b_{\alpha_2}(\kappa_2)] + c_{\alpha_2}(\kappa_2) \\ \beta_2(\theta_2, \kappa_2) = a_{\beta_2}(\kappa_2) \cdot \sin[\theta_2 + b_{\beta_2}(\kappa_2)] + c_{\beta_2}(\kappa_2) \end{cases} \quad \dots(5)$$

[0130] 这样,能够求解第一被检测部组的角度 θ_1 和曲率 κ_1 即弯曲信息以及第二被检测部组的角度 θ_2 和曲率 κ_2 即弯曲信息。

[0131] 该说明是针对在导光部件16的长度方向的不同位置两个被检测部组设置于导光部件16的结构,但即使在更多的被检测部组62设置于导光部件16的结构中,也能够以相同的方法求取各被检测部组62的弯曲信息。具体而言,以如下的方式求取。这里,设被检测部组62的个数为 m 。并且,设1至 m 的自然数为 n (即, $n=1,2,\dots,m$)。

[0132] 作为第 n 个被检测部组的第 $(2n-1)$ 个被检测部和第 $(2n)$ 个被检测部的弯曲特性信息46的 $\alpha_n(\theta_n, \kappa_n)$ 和 $\beta_n(\theta_n, \kappa_n)$ 是通过将第 n 个被检测部组以外的被检测部组设定为基准弯曲状态、使第 n 个被检测部组的角度 θ_n 和曲率 κ_n 在可取的范围内变化而取得的。

[0133] 弯曲信息运算以如下的方式进行。

[0134] 首先,关于 $\alpha_n(\theta_n, \kappa_n)$ 和 $\beta_n(\theta_n, \kappa_n)$,求解以下的式子(6)所示的 $2m$ 元一次联立方程式。

[0135] [数学式6]

$$[0136] \quad \begin{cases} \ln[D_{\lambda 1}(\theta_1, \kappa_1, \dots, \theta_m, \kappa_m)] - \ln(I_{\lambda 1}) \\ \quad = \alpha_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\alpha_{\lambda 1}} + \beta_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{\lambda 1}} + \dots \\ \quad + \alpha_m(\theta_m, \kappa_m) \cdot U_{\alpha_{m\lambda 1}} + \beta_m(\theta_m, \kappa_m) \cdot U_{\beta_{m\lambda 1}} \\ \ln[D_{\lambda 2}(\theta_1, \kappa_1, \dots, \theta_m, \kappa_m)] - \ln(I_{\lambda 2}) \\ \quad = \alpha_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\alpha_{\lambda 2}} + \beta_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{\lambda 2}} + \dots \\ \quad + \alpha_m(\theta_m, \kappa_m) \cdot U_{\alpha_{m\lambda 2}} + \beta_m(\theta_m, \kappa_m) \cdot U_{\beta_{m\lambda 2}} \\ \quad \vdots \\ \ln[D_{\lambda 2m}(\theta_1, \kappa_1, \dots, \theta_m, \kappa_m)] - \ln(I_{\lambda 2m}) \\ \quad = \alpha_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\alpha_{\lambda 2m}} + \beta_1(\theta_1, \kappa_1) \cdot U_{\beta_{\lambda 2m}} + \dots \\ \quad + \alpha_m(\theta_m, \kappa_m) \cdot U_{\alpha_{m\lambda 2m}} + \beta_m(\theta_m, \kappa_m) \cdot U_{\beta_{m\lambda 2m}} \end{cases} \quad \dots(6)$$

[0137] 接着,关于角度 θ_n 和曲率 κ_n ,求解以下的式子(7)所示的 m 组的二元联立方程式。

[0138] [数学式7]

$$\begin{aligned}
 & \begin{cases} \alpha_1(\theta_1, \kappa_1) = a_{\alpha_1}(\kappa_1) \cdot \sin[\theta_1 + b_{\alpha_1}(\kappa_1)] + c_{\alpha_1}(\kappa_1) \\ \beta_1(\theta_1, \kappa_1) = a_{\beta_1}(\kappa_1) \cdot \sin[\theta_1 + b_{\beta_1}(\kappa_1)] + c_{\beta_1}(\kappa_1) \end{cases} \\
 [0139] \quad & \begin{cases} \alpha_2(\theta_2, \kappa_2) = a_{\alpha_2}(\kappa_2) \cdot \sin[\theta_2 + b_{\alpha_2}(\kappa_2)] + c_{\alpha_2}(\kappa_2) \\ \beta_2(\theta_2, \kappa_2) = a_{\beta_2}(\kappa_2) \cdot \sin[\theta_2 + b_{\beta_2}(\kappa_2)] + c_{\beta_2}(\kappa_2) \end{cases} \quad \dots(7) \\
 & \vdots \\
 & \begin{cases} \alpha_m(\theta_m, \kappa_m) = a_{\alpha_m}(\kappa_m) \cdot \sin[\theta_m + b_{\alpha_m}(\kappa_m)] + c_{\alpha_m}(\kappa_m) \\ \beta_m(\theta_m, \kappa_m) = a_{\beta_m}(\kappa_m) \cdot \sin[\theta_m + b_{\beta_m}(\kappa_m)] + c_{\beta_m}(\kappa_m) \end{cases}
 \end{aligned}$$

[0140] 由此,能够求取各被检测部组62的弯曲信息(θ_n 、 κ_n)。

[0141] 像以上那样,本实施方式的曲率传感器10根据来自设置于具有挠性的导光部件16的多个被检测部32-1~32-m的多个光信号来检测曲率信息,其中,该曲率传感器10具有光源12、上述导光部件16、上述多个被检测部32-1~32-m以及光检测器20。这里,上述光源12产生至少包含规定的波长成分在内的发光波长区域的传感器光。上述导光部件16是具有挠性、将上述传感器光限制在内部而进行引导的例如光纤。上述多个被检测部32-1~32-m形成如下两者中的至少一方:形成在上述导光部件16的长度方向上的不同的部位、和在长度方向上的大致相同的部位朝着周向(弯曲的方向)上的不同的朝向而形成,由具有柔性的部件构成。而且,各被检测部向根据特定的方向的弯转量而入射到该被检测部的上述传感器光赋予与其他被检测部不同的光学特性变化,由此生成具有根据每个被检测部而不同的吸收波长特征区域的上述光信号。上述光检测器20检测来自上述光源12的上述传感器光中的、通过上述多个被检测部32-1~32-m而受到了光学特性变化后的上述多个光信号。

[0142] 在这样的曲率传感器10中,在一个导光部件16上形成有多个被检测部,该被检测部向根据特定的方向的弯转量而入射到该被检测部的上述传感器光赋予与其他被检测部不同的光学特性变化,由此能够将各被检测部的弯曲量作为独立的值进行检测。因此,能够检测例如内窥镜的插入部那样的细管状插入体的形状和状态(考虑管状插入体的刚性的情况下的作用于被检测部的力、特定的动作状态(例如屈曲而前端不前进的状态、或前端正常地前进的状态等))。

[0143] 并且,本实施方式的曲率传感器10根据来自设置于具有挠性的导光部件16的多个被检测部32-1~32-m的多个光信号而检测曲率信息,其中,该曲率传感器10具有光源12、上述导光部件16、上述多个被检测部32-1~32-m以及光检测器20。这里,上述光源12产生至少包含规定的波长成分在内的发光波长区域的传感器光。上述导光部件16是具有挠性、将上述传感器光限制在内部而进行引导的例如光纤或柔性的波导。上述多个被检测部32-1~32-m形成如下两者中的至少一方:形成在上述导光部件16的长度方向上的不同的部位、和在长度方向上的大致相同的部位朝着周向(弯曲的方向)上的不同的朝向而形成,由具有弹性的部件构成。而且,各被检测部构成为包含光学特性变化部件70,该光学特性变化部件70通过根据上述导光部件16的弯曲量而改变上述导光部件16引导的上述传感器光的光学特性,生成具有根据每个被检测部而不同的吸收波长特征区域的上述光信号。上述光检测器20检测来自上述光源12的上述传感器光中的、通过上述多个被检测部32-1~32-m而受到

了光学特性变化后的上述多个光信号。另外,上述光学特性变化部件70是吸收规定的波段的光、由金属粒子构成的部件,具有与该金属固有的分光吸收光谱不同的特殊分光吸收光谱。在上述多个被检测部32-1~32-m中配置有彼此具有不同的特殊分光吸收光谱的上述光学特性变化部件,所有光学特性变化部件的特殊分光吸收光谱与来自上述光源12的上述传感器光的发光波长区域在至少一部分具有重叠。

[0144] 在这样的曲率传感器10中,在一个导光部件16上形成有多个被检测部,该被检测部具有遍及规定的波长区域的特殊分光吸收光谱,特殊分光吸收光谱彼此不同并且特殊分光吸收光谱在至少一部分彼此具有重叠,由此能够将各被检测部的弯曲量作为独立的值进行检测。因此,例如能够检测内窥镜的插入部那样的细管状插入体的形状和状态(在考虑管状插入体的刚性的情况下的作用于被检测部的力、特定的动作状态(例如屈曲而前端不前进的状态、前端正常前进的状态等))。

[0145] 并且,本实施方式的曲率传感器10还具有根据由上述光检测器20检测到的上述多个光信号来运算上述曲率信息的曲率运算部38。

[0146] 因此,能够根据在彼此相互重叠的波段(光谱)中伴随着彼此不同的变化的光信号的合成波来运算曲率信息。

[0147] 这里,上述曲率运算部38将在上述导光部件16的长度方向上的大致相同的部位朝着周向上的不同的朝向而形成的多个被检测部作为一个被检测部组62,根据由上述光检测器20检测到的上述多个光信号来运算上述一个被检测部组62的曲率信息。

[0148] 因此,要想求取配置有多个被检测部的部位的曲率信息,无需求取各个被检测部的曲率信息,能够直接求取,因此较短的运算时间就能够完成运算。

[0149] 并且,关于形成有上述多个被检测部32-1~32-m的上述导光部件16的长度方向上的不同的部位,分别在大致相同的部位朝着周向上的不同的朝向还形成有至少一个被检测部,从而在上述长度方向上的不同的部位分别构成了被检测部组。即,在长度方向上设置有多个被检测部组62-1~62-n。而且,上述曲率运算部38根据由上述光检测器20检测到的上述多个光信号来运算上述各个被检测部组的曲率信息。

[0150] 因此,要想求取配置有多个被检测部的多个部位的曲率信息,无需求取各个被检测部的曲率信息,能够直接求取,因此较短的运算时间就能够完成运算。被检测部的数量越多,该效果越显著。

[0151] 另外,上述光学特性变化部件具有能够由至少一种光源的光来激发等离子体的光激发等离子体生成功能。

[0152] 只要能够在被检测部使用具有这样的光激发等离子体生成功能的物质,就能够在规定的带域的光区域内进行特征的吸收。

[0153] 这里,上述光激发等离子体生成功能由至少一种等离子体物质、纳米尺寸化的物质、纳米尺寸化的矿物、纳米尺寸化的金属中的任何物质构成。等离子体物质是指具有自由电子集体振动而表现为虚拟的粒子的状态的物质。作为观测到等离子体的物质,公知有绝缘体、金属、半导体、半金属、较大的原子、较大的分子等。

[0154] 被检测部通过具有这些物质而能够在规定的带域的光区域内进行特征的吸收。

[0155] 并且,上述光激发等离子体生成功能可以在上述多个被检测部32-1~32-m中由大小、长度以及厚度中的至少一个不同的、至少一种的等离子体物质、纳米尺寸化的物质、纳

米尺寸化的矿物、纳米尺寸化的金属中的任意物质构成。

[0156] 被检测部通过具有这些物质,即使是具有相同的等离子体生成功能的物质(相同金属),也能够规定的带域的光区域中进行不同的特征的光谱吸收。由此,无需增加物质数量,就能够容易地增加被检测部的数量。

[0157] 另外,也可以采用上述光学特性变化部件包含光吸收物质(也包含光散射物质)的结构,该光吸收物质在彼此不同的被检测部中针对在至少一种波段的至少一部分相互重叠的波长的光进行彼此不同吸收量的吸收。

[0158] 被检测部只要使用这样的光吸收物质,就能够规定的带域的光区域中进行特征的吸收。

[0159] 这里,上述光吸收物质是染料、或者将粒子纳米尺寸化的颜料(矿物或化学合成的无机颜料、或以有机化合物为成分的有机颜料)。

[0160] 即使是颜料等较大程度阻碍光的行进的物质,通过微细化以使密度变小,也能够规定的带域的光区域中进行特征的吸收。由此,能够容易增加曲率传感器的被检测部数。

[0161] 另外,上述光学特性变化部件优选采用利用分散材料72或胶囊74包围上述光激发等离子体生成功能或上述光吸收物质的周围的构造。

[0162] 即,通过利用特定的分散材料72或胶囊74预先包围上述光激发等离子体生成功能或上述光吸收物质,特性稳定,伴随此,在混入到被检测部的基材时不容易发生凝聚。在想要将光学特性变化部件混到作为被检测部件的基材的低折射率树脂等中的情况下,有时由于发生凝聚(光学特性变化部件在低折射率树脂中不分散,而是分离并沉淀),因此光吸收特性消失、或变得无法充分工作。作为防止该情况的方法,利用特定的分散材料72或胶囊74预先包围上述光激发等离子体生成功能或上述光吸收物质是有效的。

[0163] 而且,也可以使用添加了防凝聚剂的低折射率树脂等作为被检测部件的基材。

[0164] 并且,上述多个被检测部32-1~32-m能够由在各个被检测部中彼此不同的光学特性变化部件构成。在该情况下,上述光学特性变化部件是光激发等离子体生成功能、光吸收物质以及以与上述导光部件接触的方式设置于上述被检测部的光栅构造中的至少两种以上的组合结构。

[0165] 通过组合原理不同的多个光学特性变化部件,能够更容易地增加被检测部的数量。

[0166] 并且,也可以是,上述多个被检测部32-1~32-m具有比上述导光部件16的折射率大的折射率,具备用于将从上述导光部件16向上述被检测部32-1~32-m入射的光反射的、具有比上述导光部件16小的折射率的被检测部光限制部92。

[0167] 关于低折射率树脂,从树脂整体来看,选择项不多。因此,即使在作为光学特性变化部件,难以构成(难以混合、难以染色)的情况下,通过使用本结构,能够与折射率无关地选择树脂,能够容易增加被检测部的数量。

[0168] 并且,上述光检测器20具有上述多个被检测部32-1~32-m的数量以上的检测波段。

[0169] 如果增加被检测部的数量,则也需要增加光检测器的检测波长分离数。价格最高的方法是利用分光器。要想低价地构成,将滤色镜或利用光的干涉的滤镜搭载到光电转换元件之上(包含在芯片上)。在该情况下,只要能够允许检测的带域的重叠,就能够更容易并

且低价地提供光检测器20。

[0170] 并且,上述光源12使用发出至少包含上述吸收波长特征区域的波长成分在内、或者至少包含上述吸收波长特征区域的波长成分的一部分在内的上述发光波长区域的传感器光的光源。

[0171] 即,光源12需要包含至少吸收波长特征区域的一部分。例如,在被检测部为两个的情况下,采用将比较窄带的光合成的光源,使得像图17A所示那样包含吸收波长特征区域 λ_1 和 λ_2 。并且,如果是图17B所示那样的光,则能够容易包含多个吸收波长特征区域。即,光源12只要像图17C所示那样包含多个吸收波长特征区域的一部分即可。

[0172] 而且,上述光源12发出在上述吸收波长特征区域的所有波长成分中具有大致均匀的光强度的上述发光波长区域的传感器光。

[0173] 如图17D所示,如果是具有在多个吸收波长特征区域中大致均匀的光谱特性的光源,则检测精度产生不均匀的可能性减小,因此更优选。

[0174] 并且,上述多个被检测部32-1~32-m也可以还包含仅在波段较短的范围内具有吸收特性的窄带吸收部件和吸收规定的光而产生其他波长的光谱的荧光部件中的至少一个。在该情况下,上述光源12能够提供上述窄带吸收部件和上述荧光部件所需的波长的光,上述光检测器20使用能够检测由上述窄带吸收部件和上述荧光部件引起的光的变化的光检测器。

[0175] 由此,能够进一步增加在一个导光部件16上形成的被检测部的数量。

[0176] 并且,也可以是,上述光源12由多个离散光源构成,各离散光源以与其他离散光源在时间上不重叠的方式产生处于上述发光波长区域内的一部分的波长区域并且不与其他离散光源重叠的波长区域的光。

[0177] 在该情况下,光检测器20的成本能够非常便宜。

[0178] 并且,本实施方式的曲率传感器10能够搭载于内窥镜。另外,在本说明书中,内窥镜不限于医疗用内窥镜和工业用内窥镜,一般是指具有钳子或导管等插入到被插入体内的插入部的设备。

[0179] 以下,作为内窥镜,以医疗用内窥镜为例进行说明。

[0180] 例如,图20示出了将本实施方式的曲率传感器10的导光部件16沿着作为管状插入体的内窥镜的插入部96设置的内窥镜系统。该内窥镜系统包含内窥镜,该内窥镜配设有:细长的插入部96,其是插入到作为观察对象物的被检体(例如体腔(管腔))内的管状插入体;操作部98,其与该插入部96的基端部连结;以及连接缆线100。而且,内窥镜系统包含控制内窥镜的控制器102。

[0181] 这里,插入部96从插入部96的前端部侧朝向基端部侧具有前端硬质部、弯曲的操作弯曲部以及挠性管部。前端硬质部是插入部96的前端部,为较硬的部件。在该前端硬质部设置有未图示的摄像部。

[0182] 操作弯曲部根据内窥镜操作人员(医生等作业人员)对设置于操作部98的弯曲操作旋钮的操作而向期望的方向弯曲。操作人员通过操作该弯曲操作旋钮而使操作弯曲部弯曲。通过该操作弯曲部的弯曲,前端硬质部的位置和朝向改变,在作为摄像部的摄像范围的观察视野内捕捉到观察对象物。从设置于前端硬质部的未图示的照明窗向这样捕捉到的观察对象物照射照明光,对观察对象物进行照明。操作弯曲部是通过将未图示的多个节环沿

着插入部96的长度方向连结而构成的。通过节环彼此相对于彼此转动,操作弯曲部弯曲。

[0183] 挠性管部具有期望的挠性,因外力而弯曲。挠性管部是从操作部98延伸的管状部件。

[0184] 连接缆线100将操作部98与控制器102之间连接起来。

[0185] 控制器102对由内窥镜的摄像部拍摄的观察图像实施图像处理,使未图示的显示部显示图像处理后的观察图像。而且,在本实施方式中,如图20所示,在该控制器102中内设有曲率传感器10的光源12、光分配部14以及光检测器20,作为导光部件16的光纤从该控制器102经由连接缆线100和操作部98内、沿着插入部96的长度轴方向延伸配置。光反射部18设置于插入部96的前端硬质部内。在该情况下,多个被检测部组62设置在光纤内的与插入部96的操作弯曲部和挠性管部内对应的位置。

[0186] 如上所述,被检测部组62能够在各部分独立测定光纤的多个部分的弯曲方向和弯转量(曲率信息)。因此,只要被检测部组62的个数形成得比作为被测定物的插入部96的操作弯曲部和挠性管部的变形的程度充分多,就能够测定插入部96的弯转量和弯曲方向、即曲率信息。

[0187] 控制器102还具有控制和运算部104。该控制和运算部104进行光源12的发光控制。而且,控制和运算部104根据光检测器20测定的光纤即插入部96的曲率信息来运算插入部96的三维形状作为二次信息,将所取得的三维形状显示在未图示的显示部上。

[0188] 另外,管状插入体不限于该内窥镜,也可以是各种探针、导管、外套(在插入内窥镜或导管等时的辅助中使用的管)等。

[0189] 以上,基于实施方式对本发明进行了说明,但本发明不限于上述的实施方式,当然能够在本发明的主旨的范围内进行各种变形和应用。

[0190] 标号说明

[0191] 10:曲率传感器;12:光源;14:光分配部;16:导光部件;18:光反射部;20:光检测器;22:光量监视器;24:控制和驱动器;26:运算部;30:输出部;32-1、32-2、32-3、32-4、32-5、32-6、32-m:被检测部;34:输入控制部;36:存储部;38:曲率运算部;40:二次信息运算部;42:输出控制部;44:强度调制信息;46:弯曲特性信息;48:二次信息运算用信息;50:第一运算部;52:第二运算部;62、62-1、62-n:被检测部组;64、80、82、84、86:被检测部件;66:被检测部保护部件;70:光学特性变化部件;72:分散材料;74:胶囊;78:添加了防凝聚剂的低折射率树脂;92:被检测部光限制部;94:光栅;96:插入部;98:操作部;100:连接缆线;102:控制器;104:运算部。

10

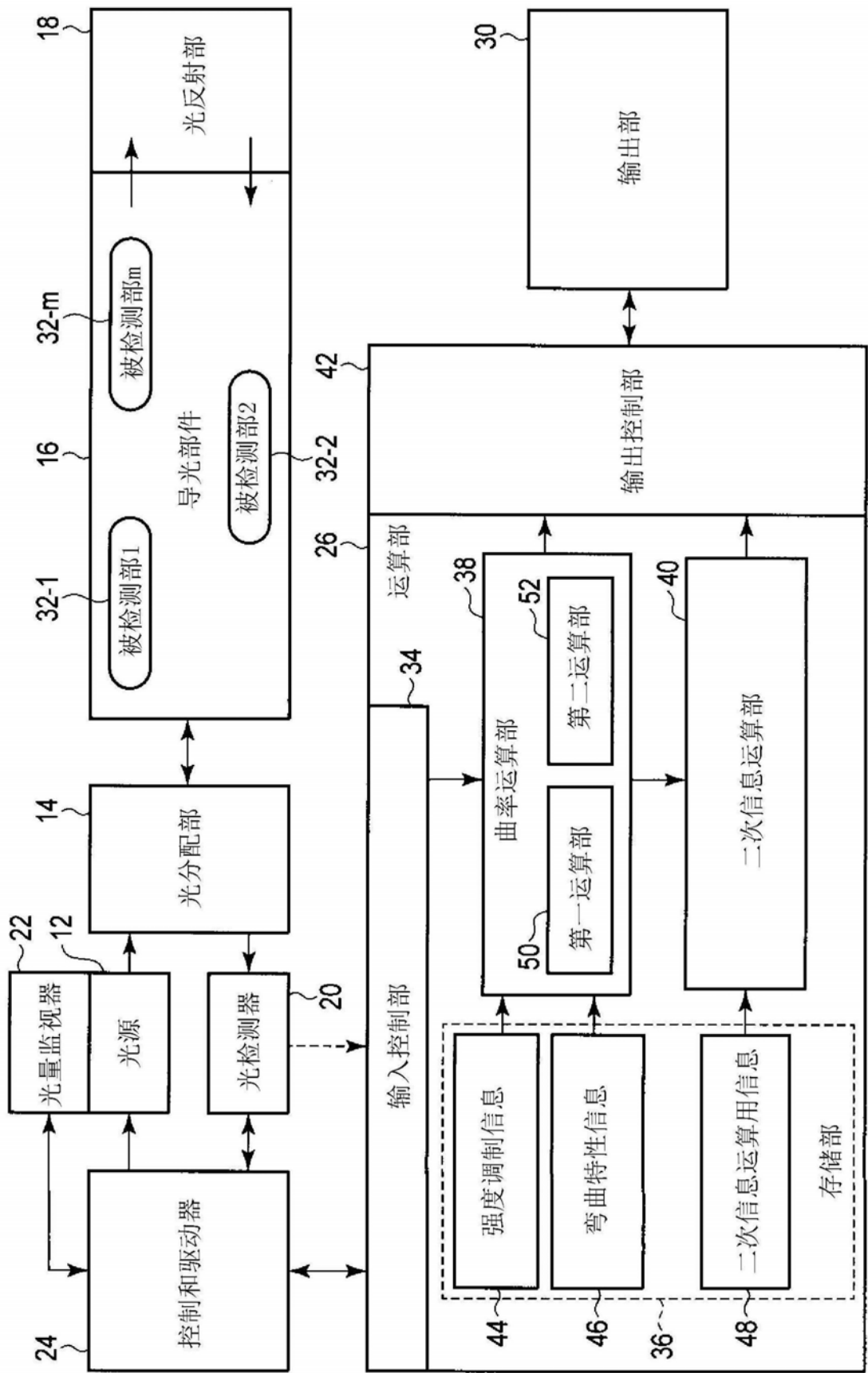


图1

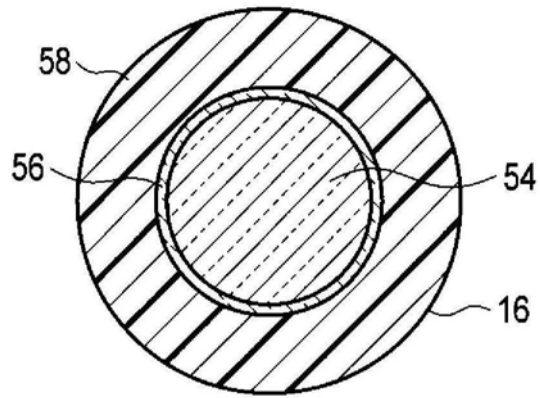


图2A

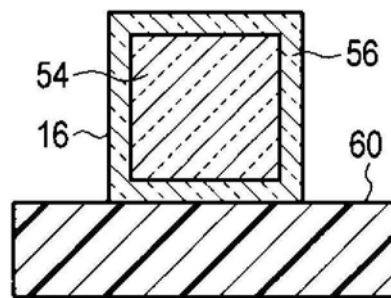


图2B

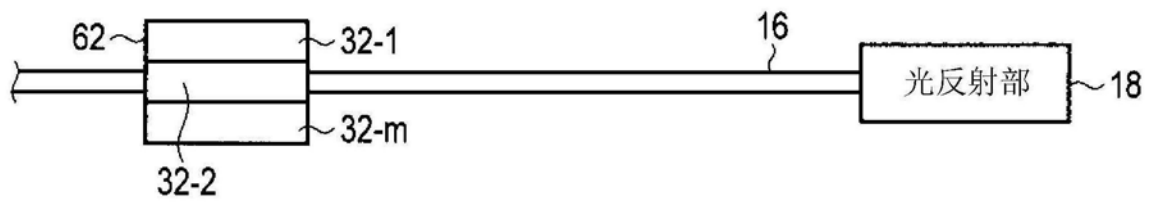


图3A

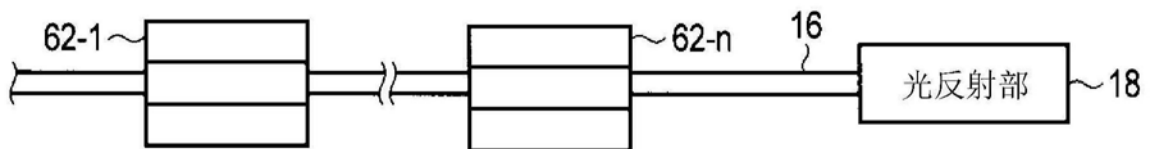


图3B

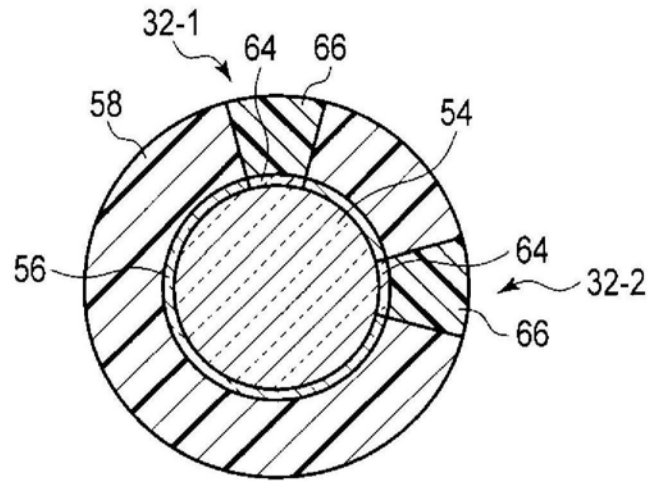


图4A

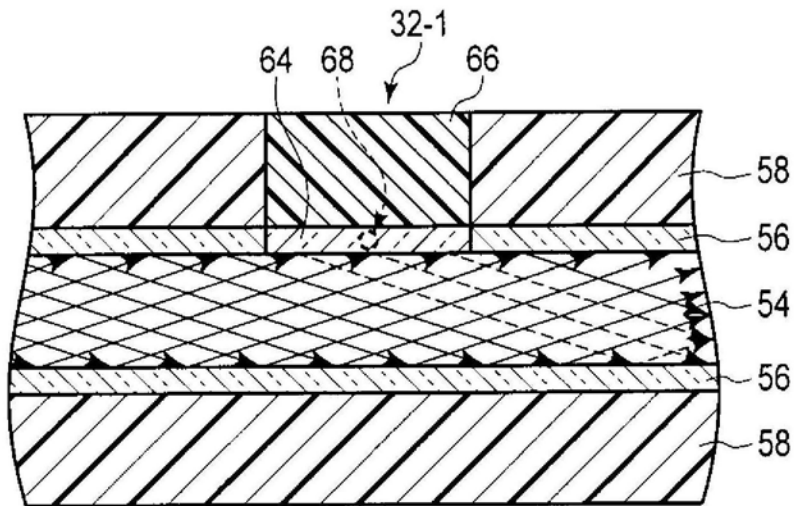


图4B

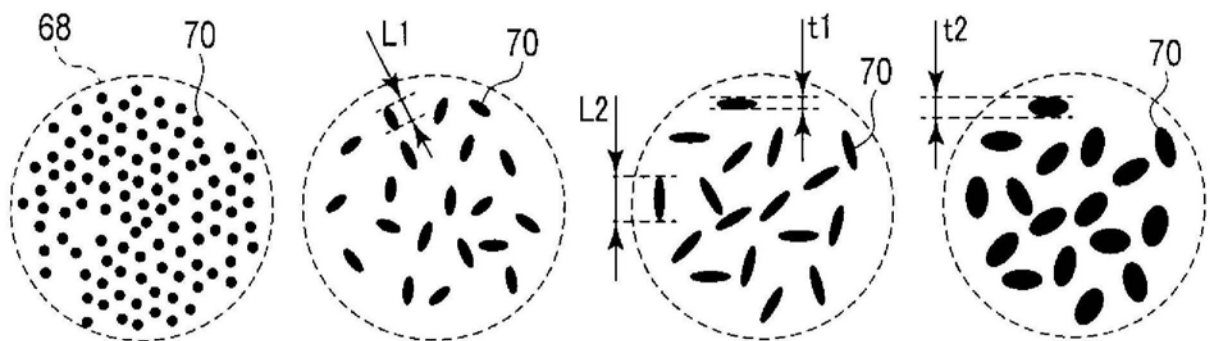


图5A

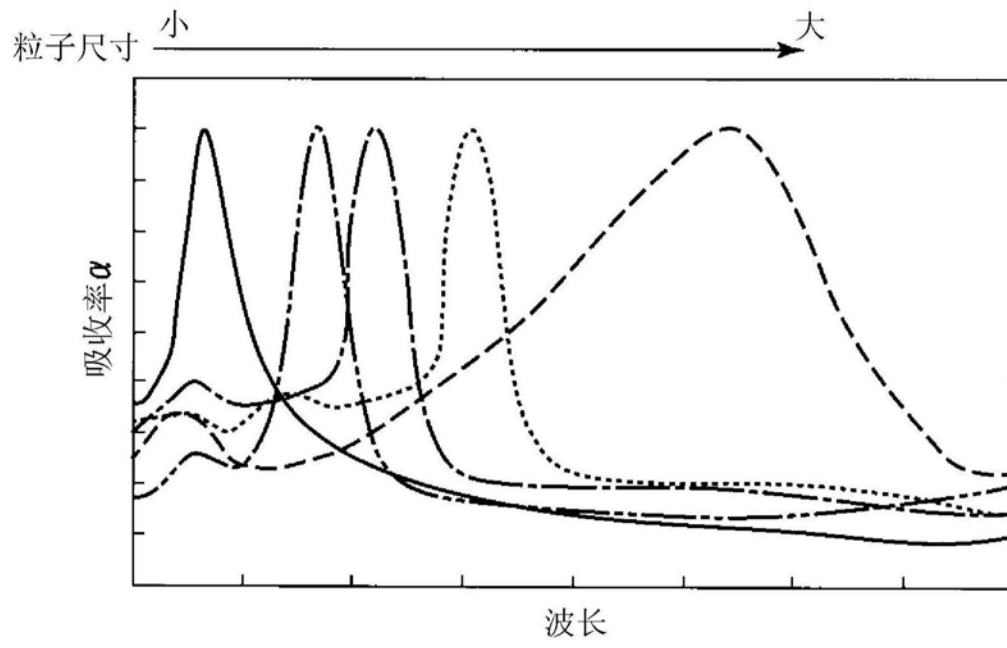


图5B

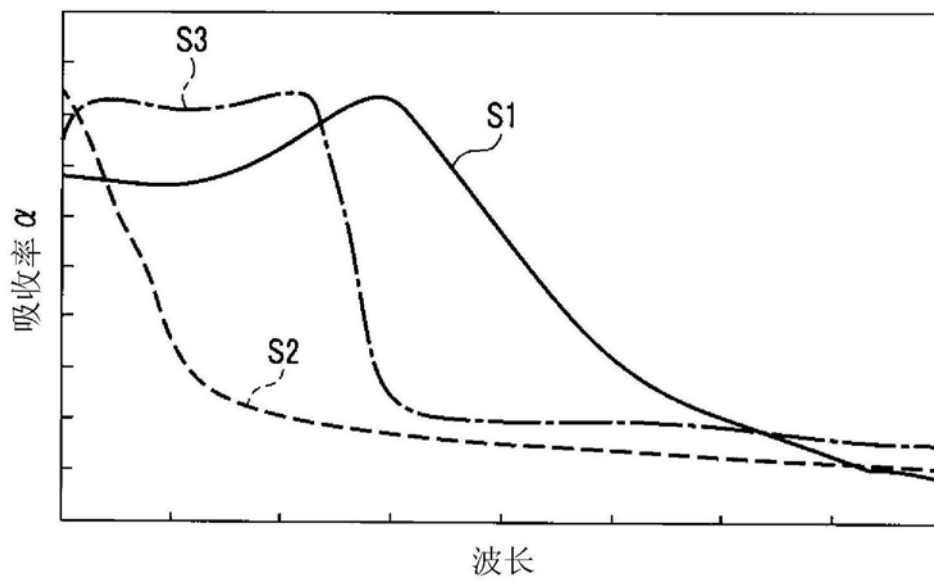


图6

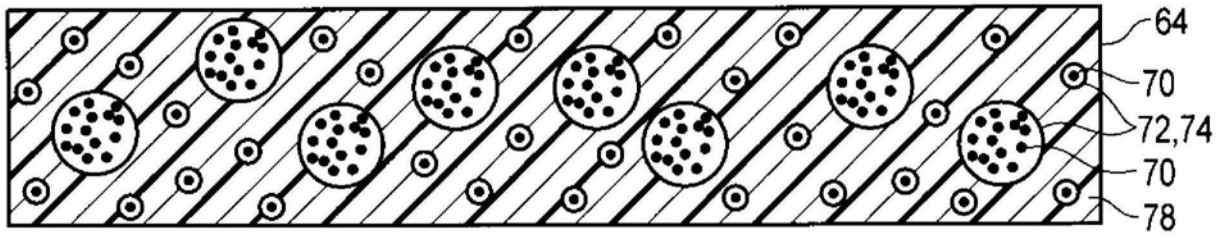


图7

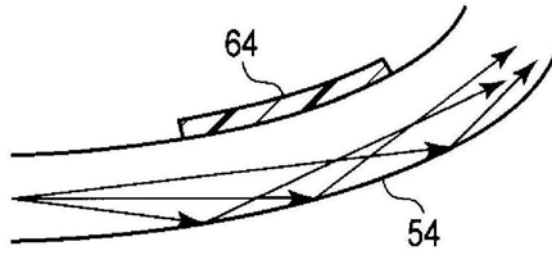


图8A

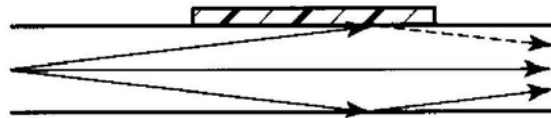


图8B

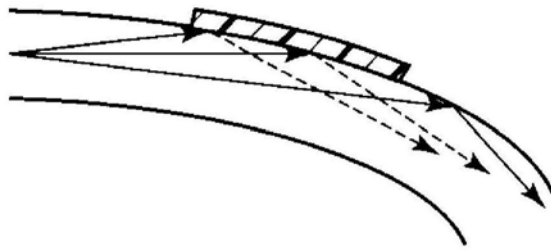


图8C

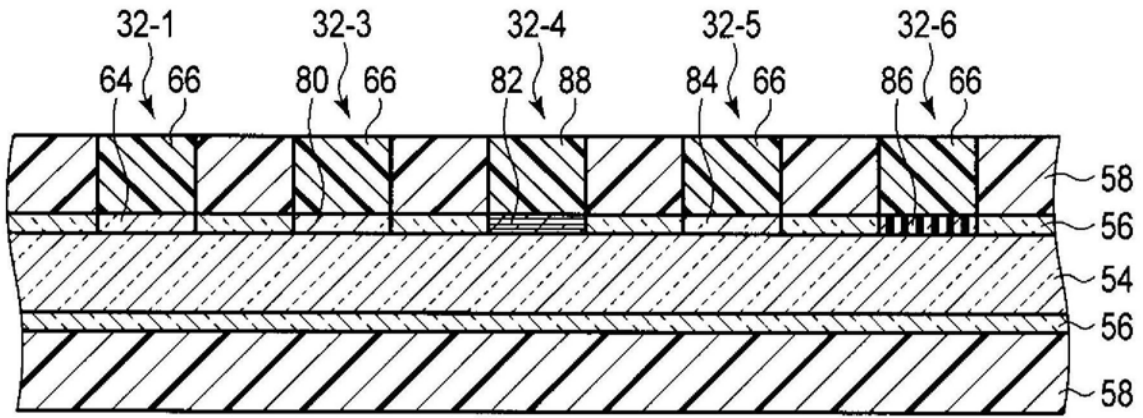


图9

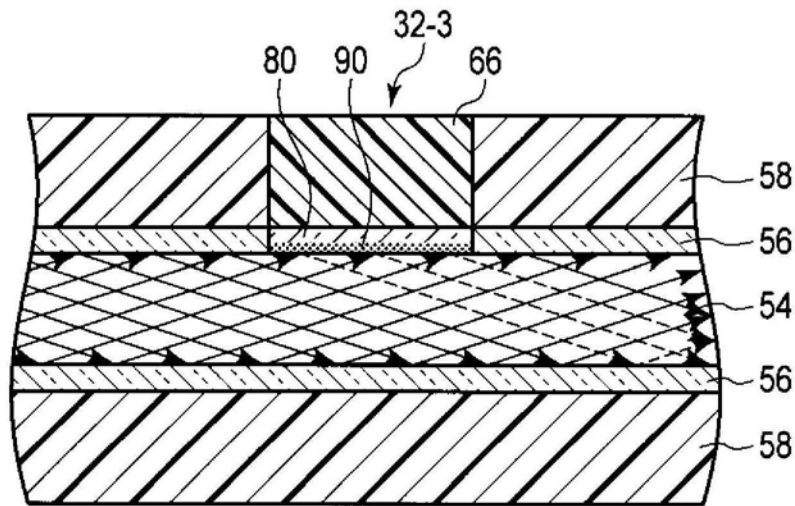


图10

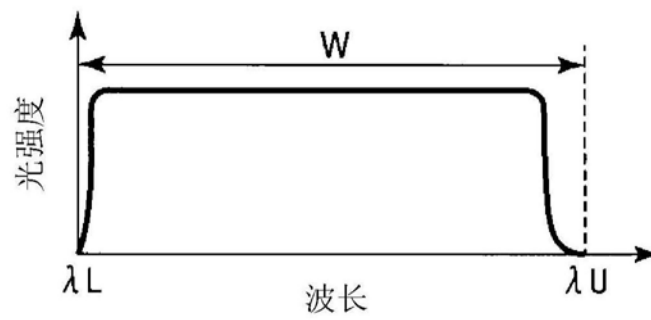


图11A

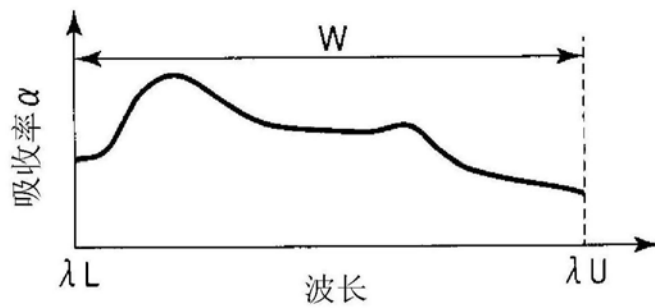


图11B

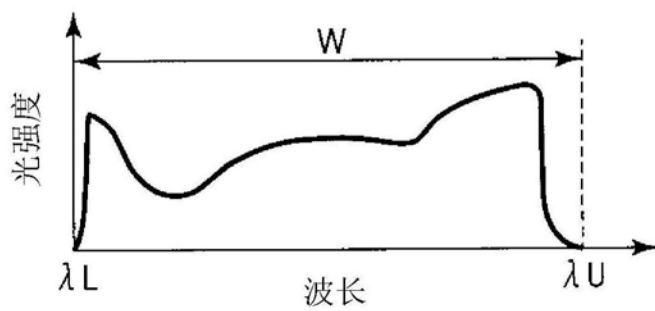


图11C

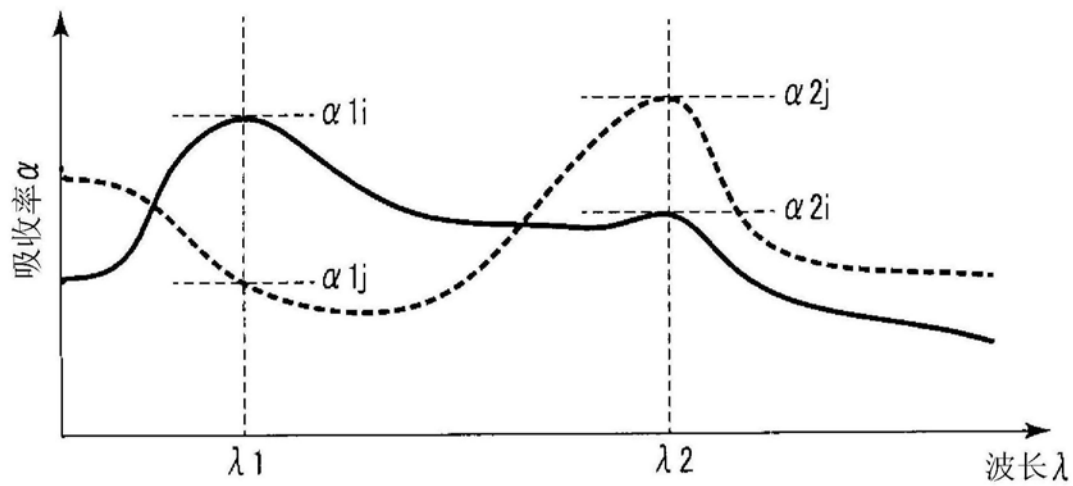


图12A

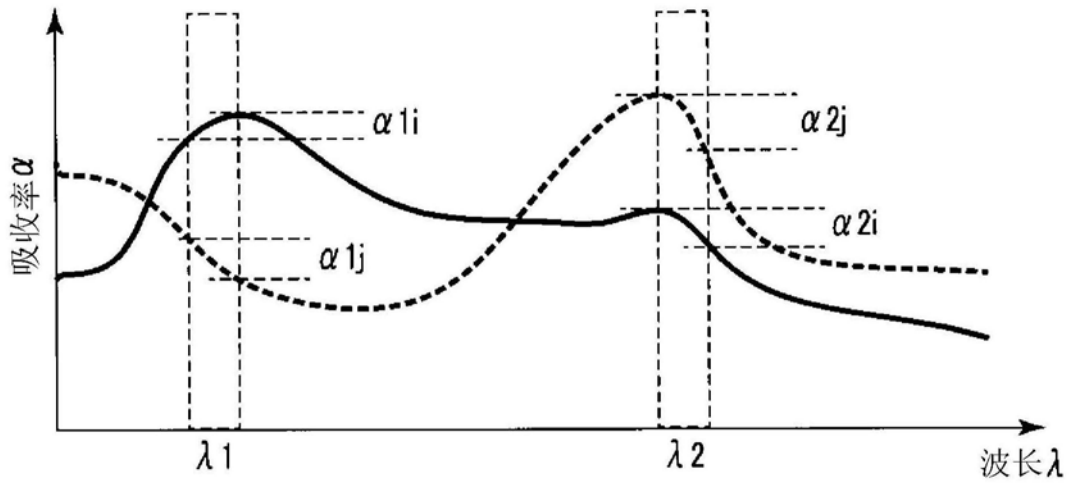


图12B

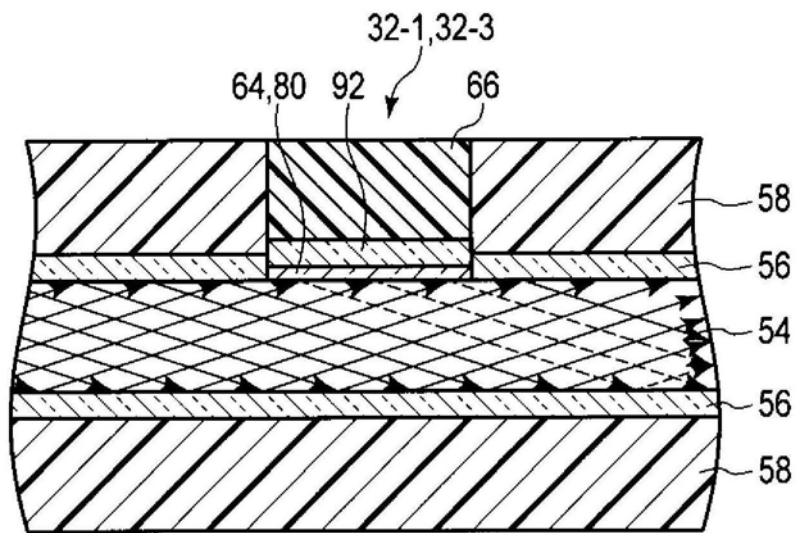


图13

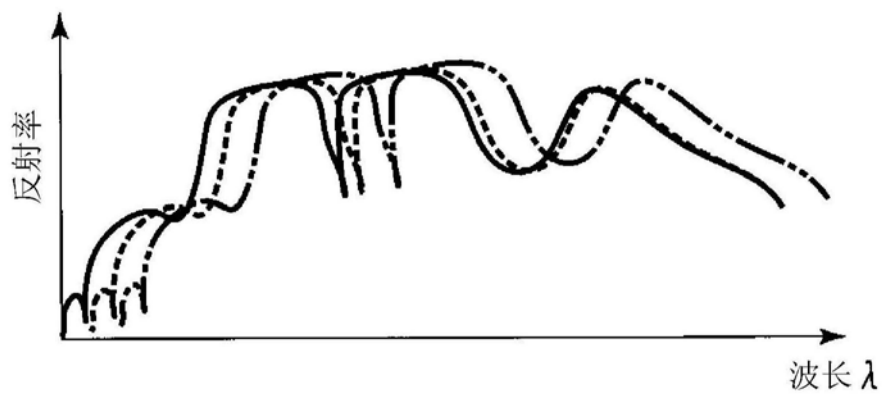


图14

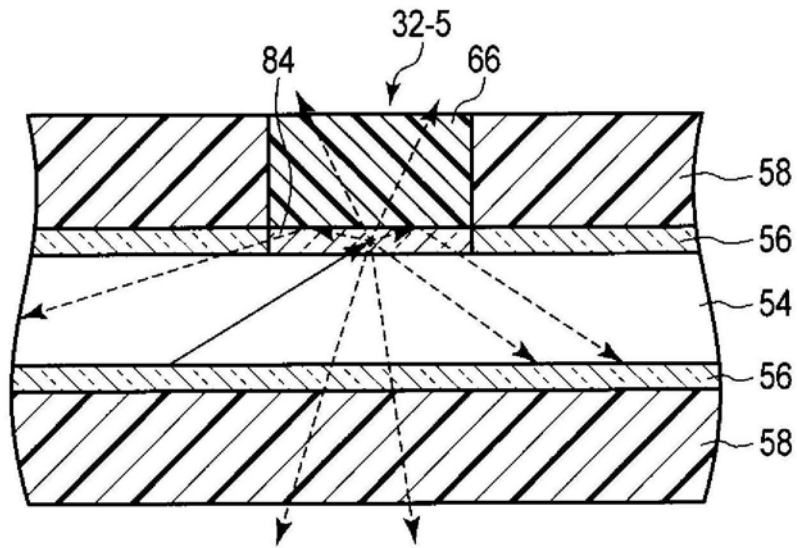


图15A

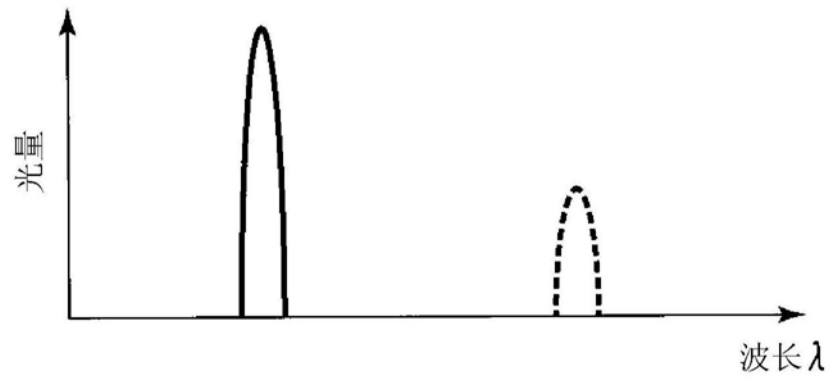


图15B

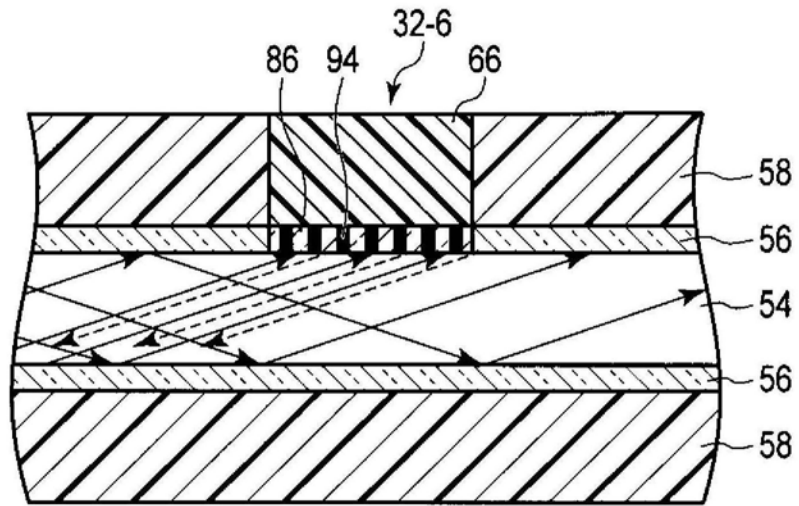


图16

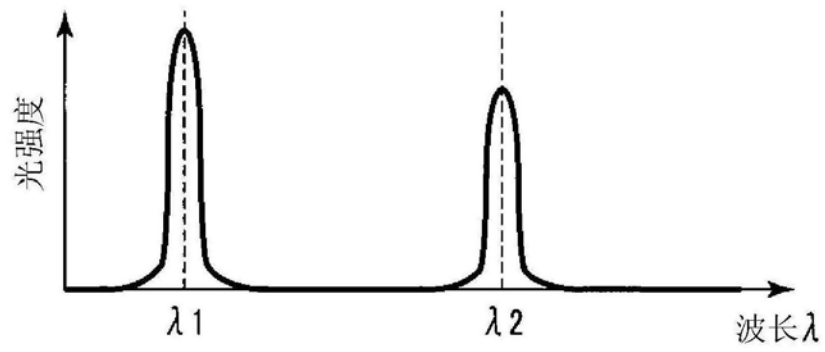


图17A

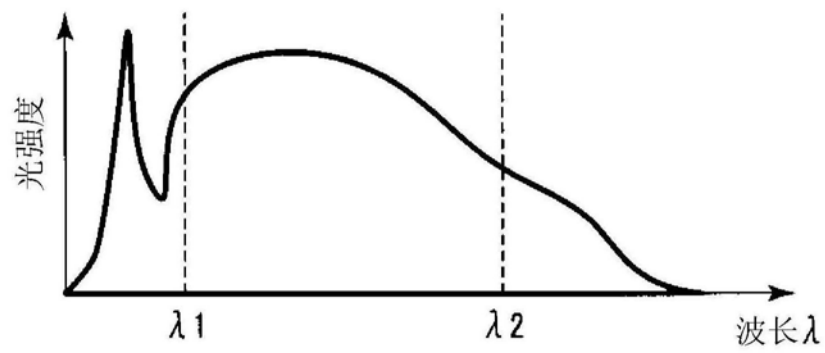


图17B

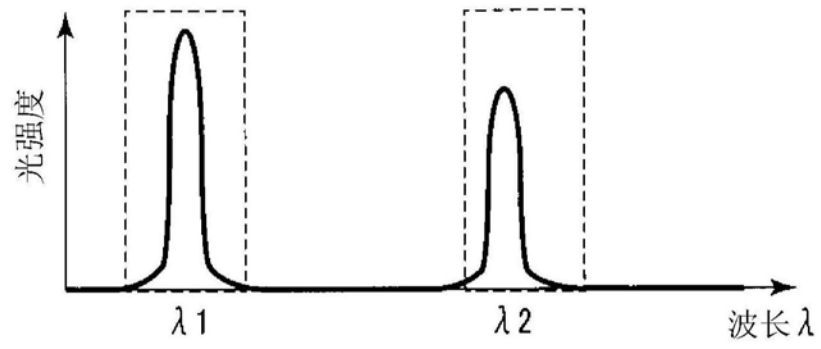


图17C

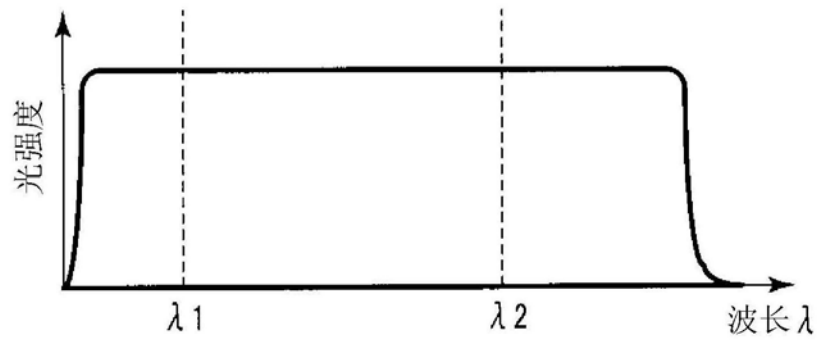


图17D

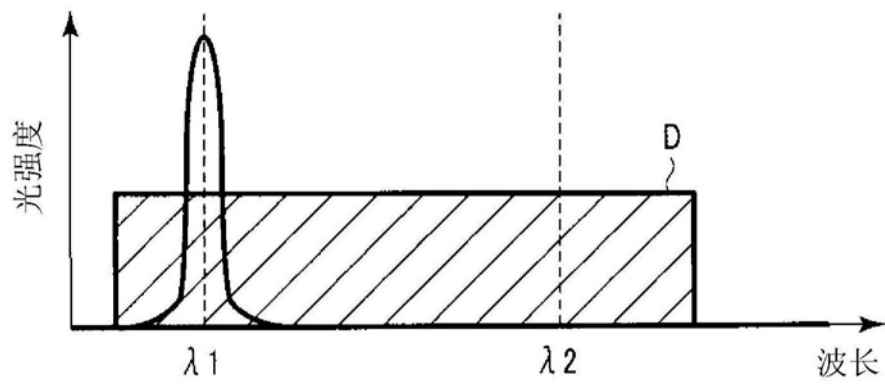


图18A

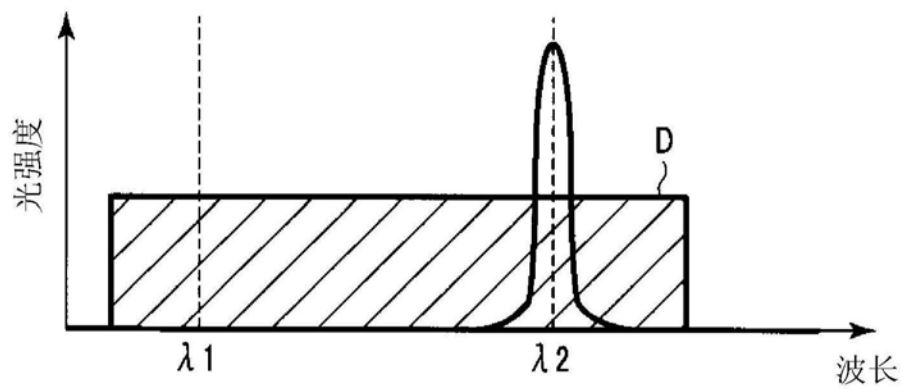


图18B

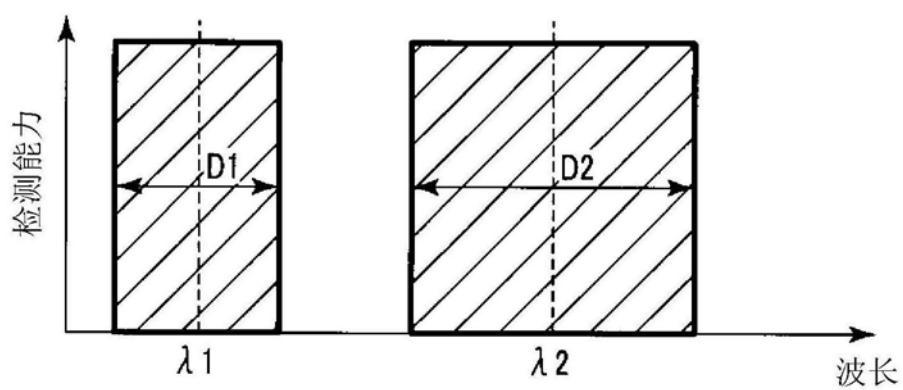


图19A

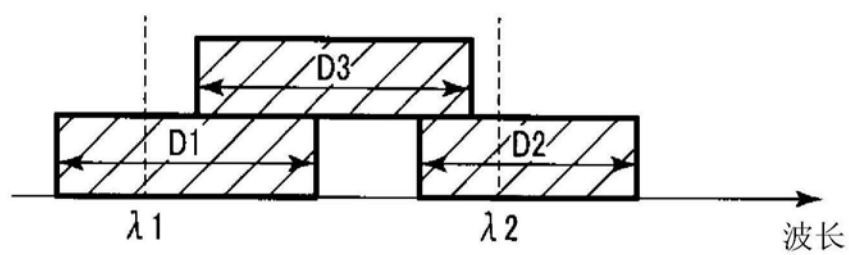


图19B

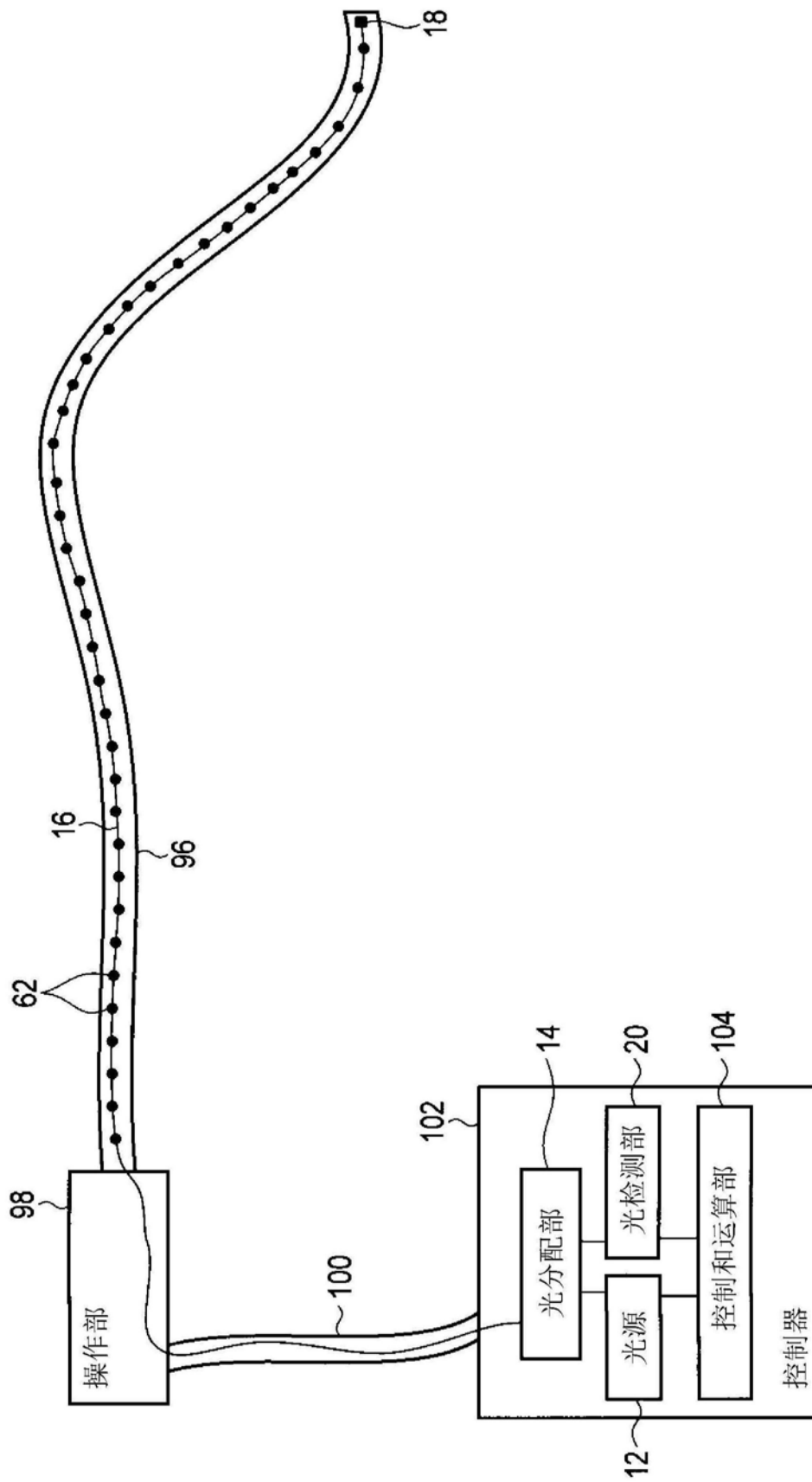


图20

专利名称(译)	曲率传感器和搭载有该曲率传感器的内窥镜装置		
公开(公告)号	CN107613834B	公开(公告)日	2019-08-02
申请号	CN201580080507.5	申请日	2015-05-29
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	藤田浩正 佐藤宪		
发明人	藤田浩正 佐藤宪		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00165 A61B1/00043 A61B1/00071 A61B1/005 A61B1/0055 A61B1/05 A61B5/065 G01B11/24 G02B6/14 G02B23/24 G02B23/26		
代理人(译)	李辉		
审查员(译)	孙颖		
其他公开文献	CN107613834A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

多个被检测部(32-1 ~ 32-m)例如在导光部件(16)的长度方向上的大致相同的部位朝着周向上的不同的朝向而形成。各被检测部包含光学特性变化部件，该光学特性变化部件通过根据导光部件的弯曲量而改变导光部件引导的来自光源(12)的传感器光的光学特性，从而生成具有按照每个被检测部而不同的吸收波长特征区域的光信号。光学特性变化部件是吸收规定的波段的光的、由金属粒子构成的部件，具有与该金属固有的分光吸收光谱不同的特殊分光吸收光谱。在多个被检测部中配置有具有彼此不同的特殊分光吸收光谱的光学特性变化部件，所有光学特性变化部件的特殊分光吸收光谱与传感器光的发光波长区域在至少一部分具有重叠。

